

Aus der Neurochirurgischen Klinik der Universität München

Direktor: Prof. Dr.med. F. Marguth

Die moderne Therapie der A.carotis-Sinus cavernosus-Fisteln

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Margrit Olteanu-Nerbe

aus

München

1984

Aus der Neurochirurgischen Klinik der Universität München

Direktor: Prof. Dr.med. F. Marguth

Die moderne Therapie der A.carotis-Sinus cavernosus-Fisteln

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Margrit Olteanu-Nerbe

aus

München

1984

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der Universität
München

Berichterstatter: Priv.Doz. Dr.med.P.Schmiedek

Mitberichterstatter: Prof. Dr.med.F.Marguth

Dekan: Prof. Dr.med.W.Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 02.08.1984

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
2.	Anatomische Grundlagen, pathophysiologische Aspekte, Pathogenese	3
2.1	Anatomische Grundlagen und pathophysiologische Aspekte	3
2.2	Pathogenese	6
3.	Diagnostik	9
4.	Therapie - Geschichtlicher Überblick	10
4.1	Methoden zur indirekten Ausschaltung der Fistel durch Okklusion der A.carotis	11
4.1.1	Die extracranielle Ligatur der A.carotis	11
4.1.2	Die intra- und extracranielle Ausschaltung der A.carotis interna	12
4.2	Methoden zur direkten Ausschaltung der Fistel	14
4.2.1	Fistelausschaltung ohne Erhaltung der A. carotis interna	14
4.2.1.1	Embolisation und Ligatur der A.carotis interna	14
4.2.1.2	Ausschaltung durch Ballonkatheter	16
4.2.2	Fistelausschaltung mit Erhaltung der A.carotis interna bzw. der A.carotis externa	17
4.2.2.1	Die Embolisation mit freien Partikeln	17
4.2.2.2	Die Embolisation mit dem ablösbaren Ballon	18
4.2.2.3	Die Elektrothrombose	18
4.2.2.4	Ausschaltung durch offene Freilegung des S.cavernosus	19

5.	Krankengut, Methoden, Ergebnisse	20
5.1	Krankengut	20
5.2	Embolisation mit dem ablösbaren Ballon bei Patienten mit A.carotis interna- S.cavernosus-Fisteln	26
5.2.1	Methode	26
5.2.2	Krankengut und Ergebnisse	31
5.3	Embolisation mit Partikeln bei Patienten mit A.carotis externa-S.cavernosus-Fis- teln	48
5.3.1	Methode	48
5.3.2	Krankengut und Ergebnisse	52
5.4	Extra- intracranielle, arterielle Anasto- mose und Trapping-Operation bei Patien- ten mit A.carotis interna-S.cavernosus- Fisteln	61
5.4.1	Methode	61
5.4.2	Krankengut und Ergebnisse	61
6.	Diskussion	67
7.	Zusammenfassung	79
8.	Literatur	

1. Einleitung

Durch seine Lokalisation auf beiden Seiten der Keilbeinhöhle und der Sellaregion sowie durch seine direkte oder indirekte Beziehung zu der A. carotis interna und externa, der Hypophyse, den verschiedenen Hirnnerven, dem Groß- und Kleinhirn, der Hirnhaut, der Orbita, dem Gesicht und Nasopharynx ist der Sinus cavernosus von grossem klinischen Interesse. Affektionen des Sinus cavernosus beschäftigen nicht nur Neurochirurgen und Neurologen, sondern auch Ophthalmologen, Oto-Rhino-Laryngologen und Neuroendokrinologen.

Obwohl der pulsierende Exophthalmus bereits im Jahre 1809 von TRAVERS (Zit. bei DOHN, 1973) beschrieben wurde, konnten die pathophysiologischen Zusammenhänge des Syndroms der A. carotis-S.cavernosus-Fistel jahrzehntelang nicht richtig gedeutet werden. Voraussetzung für das bessere Verständnis der Pathophysiologie war nicht nur die ständige Bereicherung durch anatomische Studien - wie z.B. die Studie von RENN und RHOTON aus dem Jahre 1975 - , sondern auch die Weiterentwicklung der diagnostischen Möglichkeiten durch die Verbesserung der Angiographietechnik, wie z.B. die Einführung der schnellen Seriographie, der superselektiven Katheterisierung der einzelnen Äste der A. carotis externa von NEWTON und DJINDJIAN im Jahre 1966 bzw. 1970 (Zit. bei DJINDJIAN und MERLAND, 1978) sowie der Subtraktionstechnik von ZIEDESSES des PLANTES (Zit. bei DJINDJIAN, 1962).

Gleichzeitig wurden für die Fistelausschaltung neue und vom Prinzip her völlig verschiedenartige Behandlungsmethoden eingeführt. Auf diese Weise wurde die jahrzehnte-

lang angewandte Ausschaltung der A.carotis interna extra- und intracraniell - als Trapping-Methode von HAMBY und GARDNER (1933) propagiert - aus ihrer Stellung als Standardmethode verdrängt. Andererseits steht trotz dieser Weiterentwicklung derzeit als Alternative keine einheitlich anwendbare Methode zur Verfügung, sodaß sich der Therapeut je nach Art der A.carotis-S.cavernosus-Fistel der einen oder anderen Ausschaltungstechnik zu bedienen pflegt.

In der vorliegenden Arbeit werden 8 Fälle mit traumatischen oder spontanen A.carotis-S.cavernosus-Fisteln dargestellt, die in der Neurochirurgischen Klinik des Klinikums Großhadern in München abhängig vom angiographischen Befund durch verschiedene neue Verfahren behandelt wurden. Es soll versucht werden, Richtlinien für eine standardisierte moderne Therapie der A.carotis-S.cavernosus-Fisteln zu geben.

2. Anatomische Grundlagen, pathophysiologische Aspekte, Pathogenese

2.1 Anatomische Grundlagen und pathophysiologische Aspekte

Über die Anatomie des Sinus cavernosus (SC) und seiner Beziehung zur A.carotis interna (ACI) und folglich streng damit verbunden über die Mechanismen der Shuntentstehung zwischen der ACI und dem SC gehen heute noch die Meinungen verschiedener Autoren weit auseinander. Diesbezüglich sind 2 Theorien nennenswert, deren Wurzeln in den grundsätzlich unterschiedlichen Auffassungen über die Struktur des Sinus cavernosus verankert sind.

So beschrieben BEDFORD (1966) sowie HARRIS und RHOTON (1976), ähnlich wie WINSLOW in seiner klassischen Darstellung aus dem Jahre 1732 (Zit. bei DAY und RHOTON, 1982), den S.cavernosus als einen von einer mehr oder weniger großen Anzahl von Trabekeln gekammerten venösen Kanal. Nach Auffassung dieser Autoren ist für das Auftreten der Fistel eine Verletzung der ACI allein ausreichend.

Entgegengesetzt ist die anatomische Beschreibung von PARKINSON (1965), der den sogenannten Sinus cavernosus als einen Plexus von Venen verschiedenen Kalibers ansieht, die die ACI umschlingen. Dementsprechend kann nach seiner Meinung eine arterio-venöse Fistel auch im Bereich des SC nur dann entstehen, wenn gleichzeitig sowohl die ACI als auch eine der Venen des Plexus cavernosus verletzt sind. Diese Theorie steht in Einklang mit der klassischen Erläuterung über die Pathophysiologie einer arterio-venösen Fistel von HUNTER aus dem Jahre 1757 (Zit. bei DAY und RHOTON, 1982).

Darüberhinaus hat PARKINSON (1965) durch seine anatomischen Studien auf einen zweiten Fisteltyp zwischen der A.carotis interna und dem S.cavernosus hingewiesen, der nicht durch eine direkte Verletzung der ACI selbst, sondern durch einen Ausriß eines im Bereich des SC aus der A.carotis interna abgehenden Seitenastes zustande kommt.

Die aus dem cavernösen Abschnitt der A.carotis interna abgehenden Äste wurden nach mikroanatomischen Studien an 50 Präparaten in jüngster Zeit von HARRIS und RHOTON (1976) beschrieben.

Der größte der 3 Hauptseitenäste ist der Truncus meningohypophysialis, der in 100 % der Fälle zu finden war und meistens eigene Seitenäste abgibt: die Arteria tentorii, die erstmals von BERNASCONI und CASSINARI (1957) beschrieben wurde, die A.hypophysialis inferior und die A.meningea dorsalis. Der zweitgrößte Seitenast ist die A.sinus cavernosum inferior, die ihren Ursprung in 84 % der Fälle aus der A.carotis interna und in 6 % aus dem Truncus meningohypophysialis hatte. Der dritte Ast, die MC CONNELL'sche A.capsularis (MC CONNELL, 1953), war nur in 28 % der Fälle zu finden.

Ferner konnte in 8 % der Präparate im Bereich der cavernösen Strecke der A.carotis interna auch der Abgang der A.ophtalmica nachgewiesen werden.

Von den im cavernösen Abschnitt aus der ACI abgehenden Arterien ist die Arteria bzw. der Truncus meningohypophysialis am häufigsten an der Fistelentstehung beteiligt. PARKINSON (1976) wies darauf hin, daß die Behandlung solcher Fisteln, bei denen eine doppelte Blutungsquelle aus beiden Enden des ausgerissenen Gefäßes vorhanden ist, sich

als bedeutend schwieriger als die der übrigen Fisteln erweist.

Weiterhin können bei diesem Fisteltyp häufig auch die duraversorgenden Endäste der A.carotis externa, wie z.B. die A.maxillaris interna, die A.meningea media und die A. pharyngea ascendens beteiligt sein.

Die ersten Berichte über arterio-venöse Fisteln zwischen der A.carotis externa (ACE) und ihren Ästen und dem S.cavernosus stammen von HAYES (1963) und wurden später von anderen Autoren durch eigene Beobachtungen ergänzt.

(CASTAIGNE u.a., 1966; MINGRINO und MORO, 1967; CLEMENS und LODIN, 1968; LIE, 1968; DJINDJIAN u.a., 1969; ROSENBAUM und SCHECHTER, 1969; NEWTON und HOYT, 1970; TANIGUCHI u.a., 1971; DJINDJIAN u.a., 1973; SCHLENZIGER u.a., 1973; THERON u.a., 1975; EDWARDS und CONNOLLY, 1977; BERNINI u.a., 1982).

Je nach Beteiligung des A.carotis interna- oder A.carotis externa-Systems an der Fistelbildung können diese in reine ACI-SC-Fisteln, gemischte ACI- und ACE-SC-S-Fisteln und reine ACE-SC-Fisteln klassifiziert werden.

HAMBY hat in seiner Monographie über A.carotis-S.cavernosus-Fisteln aus dem Jahre 1966 eine ausführliche Beschreibung der venösen Zuflüsse und Abflüsse des S.cavernosus gegeben und damit ebenfalls einen wichtigen Beitrag zur Klärung der Pathophysiologie dieses Syndroms geleistet.

Die wichtigsten Zuflüsse des S.cavernosus sind: die Venae ophthalmicae superiores und inferiores, der Sinus sphenoparietalis, die Sylvi'sche Vene und die Vena basilaris.

Der Abfluß aus dem Sinus cavernosus erfolgt über den S. petrosus superior und inferior sowie über die Duravenen, die zum Plexus pterygoideus führen. Darüberhinaus wurden zahlreiche intercavernöse Verbindungen festgestellt, die z.B. unmittelbar prae- oder retrosellär verlaufen, wie der Plexus basilaris (KAPLAN u.a., 1976). Aufgrund dieser Querverbindungen kann in manchen Fällen der pulsierende Exophthalmus auch kontralateral zum Shunt auftreten, wie in einigen von DANDY und FOLLIS (1941), ROOSEN und GROTE (1975), RENN und RHOTON (1975) sowie AMBLER u.a. (1978) beschriebenen Fällen. Selten konnten allerdings auch beidseitige, traumatisch bedingte Fisteln beobachtet werden (ZANDER, 1959).

2.2 Pathogenese

Die A.carotis-S.cavernosus-Fisteln werden nach der Art der Entstehung in spontane und traumatisch bedingte klassifiziert. Die Pathogenese kann je nach Beteiligung der ACI oder der ACE an der Fistelbeteiligung unterschiedlich sein.

Faktoren, die das Entstehen einer spontanen ACI-SC-Fistel begünstigen können, sind Gefäßanomalien (LIE, 1968) oder andere pathologische Veränderungen der A.carotis interna im Bereich ihrer cavernösen Verlaufsstrecke, wie z.B. Aneurysmen (HAMBY, 1966; OBRADOR u.a., 1974), eine persistierende A.trigemini oder A.hypoglossii primitiva (GERLACH u.a., 1963; ENOMOTO u.a., 1977) bzw. Gefäßbläsionen im Rahmen der Arteriosklerose (DJINDJIAN u.a., 1973), der fibromuskulären Dysplasie (ZIMMERMANN u.a., 1977; KAUFMANN u.a., 1978) und des EHLERS-DANLOS-Syndroms (GRAF, 1965; SCHOOLMAN und KEPES, 1967).

Im Gegensatz dazu wird die Pathogenese der spontanen Fisteln zwischen der A.carotis externa und dem S.cavernosus mit arterio-venösen Mißbildungen, die in der Durawand des S.cavernosus lokalisiert sind und von den duraversorgenden Endästen der A.carotis externa gespeist werden, in Zusammenhang gebracht (CASTAIGNE u.a., 1966; MINGRINO und MORO, 1967; CLEMENS und LODIN, 1968; LIE, 1968; ROSENBAUM und SCHECHTER, 1969; NEWTON und HOYT, 1970; TANIUCHI u.a., 1971; SCHLENZIGER und SCHATZ, 1973; DJINDJIAN u.a., 1973; THERON u.a., 1975; EDWARDS u.a., 1977; BERNINI u.a., 1982).

Die gleiche Pathogenese wird allerdings auch den A.carotis interna-S.cavernosus-Fisteln zugeschrieben, bei denen nicht die ACI selbst, sondern wie von PARKINSON (1965 und 1976), DJINDJIAN u.a. (1968 und 1973) und OBRADOR u.a. (1974) beschrieben, lediglich ihre duraversorgenden Seitenäste beteiligt sind.

Fisteln traumatischer Genese treten in erster Linie nach Schädelverletzungen auf. Auch hier können die gleichen Faktoren wie bei den spontanen Fisteln das Auftreten des arterio-venösen Shunttes begünstigen (HAMBY, 1966; LIE, 1968; OBRADOR u.a., 1974).

Iatrogene Ursachen nach Manipulationen im Bereich des S.cavernosus, wie z.B. bei der Thrombendarteriektomie des Carotissyphons mit dem Fogarty-Katheter (BARKER u.a., 1968; MOTARJEME und KEIFER, 1973), bei der retroganglionären Rhizotomie zur Behandlung der Trigeminusneuralgie (WEPSIC u.a., 1972) oder nach Probeexcisionen aus Tumoren im Bereich der Keilbeinhöhle (LISTER und SYPERT, 1979) können infolge von Verletzungen der A.carotis interna ebenfalls das Auftreten eines Shunts verursachen.

Während statistisch gesehen die spontan aufgetretenen Fisteln mit ausschließlicher Beteiligung der A.carotis externa gegenüber den traumatisch bedingten dominieren (DJINDJIAN u.a., 1973), ist die Relation zwischen den spontanen und den traumatisch bedingten A.carotis interna-S.cavernosus-Fisteln umgekehrt (TANIGUCHI, 1971; ZIMMERMANN u.a., 1977).

3. Diagnostik

Für die routinemäßige Diagnostik der A.carotis-S.cavernosus-Fisteln stehen neben der klinischen Untersuchung die Röntgennativaufnahmen des Schädels, die craniale Computertomographie sowie die cerebrale Angiographie zur Verfügung.

Die wichtigsten Informationen für die Therapieplanung liefert die cerebrale Angiographie. Zur routinemäßigen Untersuchung gehören die beidseitige selektive Darstellung der A.carotis interna, die beidseitige superselektive Darstellung der A.carotis externa und ihrer duraversorgenden Äste - der A.meningea media, A.meningea accessoria, A.pharyngea ascendens und A.maxillaris interna - sowie die Vertebralisangiographie.

Auf diese Weise können folgende für die Therapieplanung wichtige Fragen beantwortet werden:

- die genaue Lokalisation und Größe der Fistel sowie das Ausmaß des Blutentzugs aus dem Hirnkreislauf,
- die Beteiligung der ACI, ACE oder beider Gefäße an der Shuntbildung,
- das Ausmaß des individuellen Kollateralkreislaufes zum kontralateralen Carotissystem sowie zum Posterioriorkreislauf,
- der Nachweis von weiteren pathologischen Veränderungen des Gefäßsystems, wie z.B. Gefäßstenosen oder Verschlüsse, infraclinoidale Aneurysmen, arterio-venöse Mißbildungen im Bereich des Sinus cavernosus oder
- der Nachweis von Gefäßveränderungen nach vorausgegangenen therapeutischen Maßnahmen am Gefäßsystem.

4.

Therapie - Geschichtlicher Überblick

Nach der Erstbeschreibung der A.carotis-Sinus cavernosus-Fisteln von TRAVERS im Jahre 1809 (Zit. bei DOHN, 1973) wurden eine Reihe von Behandlungsmethoden eingeführt, die größtenteils auf unterschiedlichen Prinzipien beruhten.

Dies war nicht nur auf die Perfektionierung der technischen Möglichkeiten zurückzuführen, die sich hauptsächlich während der letzten 10-15 Jahre vollzog, sondern auch auf die im Laufe der Jahrzehnte erworbenen Erkenntnisse über die Pathophysiologie der Erkrankung.

Beurteilt man die verschiedenartigen Behandlungsmethoden nach dem Prinzip der Fistelausschaltung, lassen sich diese in zwei Gruppen einteilen:

1. Methoden zur indirekten Ausschaltung der Fistel durch Okklusion der A.carotis und
2. Methoden zur direkten Ausschaltung der Fistel, die mit oder ohne Erhaltung der A.carotis erfolgen können.

4.1 Methode zur indirekten Ausschaltung der Fistel durch Okklusion der A.carotis

Die wichtigsten dieser Methoden, die alle die indirekte Ausschaltung der Fistel zwischen der A.carotis und dem S.cavernosus durch Okklusion der A.carotis verfolgten, sind:

1. die extracranielle Ligatur der A.carotis und
2. die intra- und extracranielle Ausschaltung der A.carotis interna.

4.1.1 Die extracranielle Ligatur der A.carotis

Die extracranielle Ligatur der A.carotis interna oder der A.carotis communis wurde über 100 Jahre lang als eine erfolgversprechende Behandlungsmethode in der Therapie der A.carotis-S.cavernosus-Fisteln sowie der Carotisaneurysmen angewandt.

Die erste Carotisausschaltung erfolgte im Jahre 1798 von ABERNETHY (Zit. bei TINDALL und ODOM, 1969) bei einem Patienten mit einer traumatischen Ruptur der A.carotis interna.

TRAVERS hatte im Jahre 1809 erstmals die A.carotis communis zur Behandlung eines Patienten mit einer A.carotis-S.cavernosus-Fistel unterbunden.

Die Ligatur der A.carotis interna wurde erst 95 Jahre später von MURRAY vorgenommen (Zit. bei GRUNERT, 1971).

Entsprechend der Sammelstatistik von POOL und POTTS aus dem Jahre 1965 betrug die Heilungsquote 66 % nach Aus-

schaltung der A.carotis communis und bis zu 74 % nach Okklusion der A.carotis interna.

Diese Ergebnisse wurden jedoch von einer hohen Morbiditäts- und Mortalitätsrate aufgrund cerebral-ischämischer Komplikationen überschattet (DANDY, 1942; HAMBY, 1964; GERMAN und BLACK, 1965; GURDJIAN u.a., 1965; NISHIOKA, 1966). Nach LOCKE (Zit. bei REY u.a., 1975) betrug die Mortalitätsrate nach Ausschaltung der A.carotis interna 9,4 %, während sie nach Ligatur der A.carotis communis bei 7 % lag. Ferner wurde festgestellt, daß der hohe Anteil an cerebral-ischämischen Komplikationen insbesondere bei den Patienten auftrat, bei denen die Fistel durch die Operation unbeeinflußt weiterbestand. Dieses Phänomen erklärte man damit, daß in jenen Fällen dem homolateralen Hirnkreislauf auf zwei Wegen Blut entzogen wurde - einerseits durch den erzeugten Carotisverschluß und andererseits durch einen von der offen gebliebenen Fistel verursachten Blutentzug aus dem Hirnkreislauf über dem Circulus Willisii (OLIVECRONA, 1944; ODOM, 1964; BARKER u.a., 1968; NORNES, 1972).

4.1.2 Die intra- und extracranielle Ausschaltung der A.carotis interna

Die Einführung der intra- und extracraniellen Okklusion der ACI, das heißt oberhalb und unterhalb des S.cavernosus, erwies sich als ein therapeutischer Fortschritt auf dem Wege einer radikalen Fistelausschaltung.

Die erste Operation dieser Art wurde von ZELLER im Jahre 1911 (Zit. bei GRUNERT, 1971) vorgenommen. Es waren jedoch DANDY (1942) und später HAMBY (1964), die diese

Methode - in den anglosächsischen Ländern als "trapping procedure" bekannt - verbreitet haben.

Durch die intra- und extracranielle Ausschaltung der A.carotis interna, die in einer Sitzung, zuerst intracraniell und unterhalb der A.communis posterior und dann extracraniell erfolgte, wurde nicht nur die Möglichkeit des Auftretens eines Blutentzugs aus dem Hirnkreislauf mit der damit verbundenen potentiellen Gefährdung der Hirndurchblutung, sondern gleichzeitig die retrograde Füllung des S.cavernosus über den Circulus Willisii ausgeschlossen.

Später wurden jedoch bei diesem Vorgehen auch unvollständige Ausschaltungen des arterio-venösen Shuntes und sogar Fistelrezidive beobachtet (DANDY, 1942; ADSON, 1942, Zit. bei GRUNERT, 1971; FALCONER und HOARE, 1952, Zit. bei GRUNERT, 1971).

Bei diesen Patienten wurde angiographisch nachgewiesen, daß der arterielle Zufluß der Fistel über die natürlichen Kollateralverbindungen zwischen den Endästen der A.carotis externa und der A.ophtalmica erfolgte.

Die zusätzliche Ausschaltung der A.ophtalmica führte zu einer entsprechenden Erhöhung der Heilungsrate, z.B. von 57 % auf 72 % in dem Bericht von ISAMAT u.a. (1970) oder sogar bis zu 93 %, wie von HAMBY im Jahre 1964 angegeben. Außerdem sank die Mortalitätsrate im Vergleich zu der extracraniellen Carotisligatur bis auf 1,6 % (POOL und POTTS, 1965). Diese drastische Reduzierung der Mortalitätsrate war nicht zuletzt der Erkenntnis zu verdanken, daß die Anpassungsfähigkeit des Hirnkreislaufs bei einer zweistufigen Carotisausschaltung, bei der in einer ersten Sitzung die A.communis und erst einige Tage später die A.carotis interna durch das Trapping-Verfahren unterbunden wurde, bedeutend größer war.

4.2 Methoden zur direkten Ausschaltung der Fistel

4.2.1 Fistelausschaltung ohne Erhaltung der A.carotis interna

Als eine neue Möglichkeit zur Behandlung der A.carotis-S.cavernosus-Fisteln haben sich zwei Methoden erwiesen, die in einem zeitlichen Intervall von knapp 40 Jahren eingeführt wurden:

1. die Embolisation und
2. die Shunt-Ausschaltung durch Ballonkatheter.

Der Vorteil dieser neuen Verfahren bestand darin, daß bei beiden Methoden die Ausschaltung der Fistel auf direktem Wege in Höhe der Carotisläsion im Bereich des S.cavernosus erfolgte.

4.2.1.1 Embolisation und Ligatur der A.carotis interna

Die Ausschaltung der A.carotis interna-S.cavernosus-Fisteln durch Embolisation mit anschließender Ligatur der A.carotis interna am Hals wurde erstmals im Jahre 1930 von BROOKS vorgenommen. Als Embolisationsmaterial hatte BROOKS autologe Muskelstücke verwendet.

Später wurde diese Methode von vielen Autoren übernommen und in mehr oder weniger modifizierter Form unter Verwendung von verschiedenartigen Embolisationsmaterialien durchgeführt. So haben z.B. KRAYENBÜHL (1967) und ARUTIUNOV u.a. (1968) im Gegensatz zu BROOKS die Mus-

kelemboli vor der Einführung in die Carotisstrombahn mit einem Faden gesichert, um auf diese Weise eine gewisse Kontrolle über die Muskelpartikel zu besitzen und dadurch zu vermeiden, daß diese cerebrale Gefäße verschließen.

Andere Autoren haben weiterhin freie oder mit einem Faden gesicherte Emboli verwendet, das Muskelmaterial (LAND und BUCY, 1965) wurde jedoch durch Wachs (BRIZZI, 1967), Fettgewebe (WANISSORN, 1970), Gelatineschwamm (ISHIMORI u.a., 1967), Polyurethanschwamm (OHTA u.a., 1973), Porzellankugeln kombiniert mit Gelatineschwamm (KORSARY u.a., 1968) oder Histoacryl (GINDI und ANDREW, 1967; ZANETTI u.a., 1970) ersetzt.

In Einzelfällen konnte sogar eine selektive Ausschaltung der Fistel bei gleichzeitiger Erhaltung der Durchgängigkeit der A.carotis interna erreicht, wie von ISAMAT u.a. (1970) sowie BLACK u.a.(1973) beschrieben, und damit die Zielsetzung von BROOKS verwirklicht werden.

Die Embolisation als Ergänzung der A.carotis interna-Ausschaltung durch die Trapping-Methode wurde im Jahre 1942 von JAEGER (1949) eingeführt und später von HAMBY (1966) und anderen (KRAYENBÜHL, 1967) propagiert. Dieses kombinierte Behandlungsverfahren blieb aufgrund der guten Ergebnisse bis heute die Therapie der Wahl in der Behandlung der A.carotis interna-S.cavernosus-Fisteln.

Bei der Operation wird zunächst nach fronto-lateraler Kraniotomie die A.carotis interna möglichst unterhalb der Abgangsstelle der A.opthalmica und, wenn technisch nicht möglich, unterhalb des Abganges der A.com-

municans posterior mit zusätzlicher Klippung der A.ophthalmica ausgeschaltet. Anschließend werden die A.carotis communis, A.carotis interna und A.carotis externa am Hals abgeklemmt. Nach Schlitzung der A.carotis externa unterhalb der Klemme wird ein Muskelstück in das Gefäß eingeführt und nach Entfernung der A.carotis interna-Klemme in die ACI vorgeschoben. Mit dem Öffnen der A.carotis communis-Klemme werden dann die Emboli mit dem Blutstrom in Richtung Fistel abtransportiert. Nach Ausschaltung der Fistel unter Durchleuchtungskontrolle erfolgt die Unterbindung aller drei Gefäße im Bereich der Carotisteilungsstelle.

4.2.1.2 Ausschaltung durch Ballonkatheter

Die Ballonkathetertechnik wurde im Jahre 1971 von PROLO und HANBERY eingeführt. Sie verwendeten anfänglich dafür den Fogarty-Katheter, der durch einen Schlitz der ACI unter Durchleuchtungskontrolle bis in Fistelhöhe eingeführt und dann mit Kontrastmittel aufgeblasen wurde. Nach Ausschaltung des Shuntes wurde der Katheter im Gefäß belassen und sein Ende im Subcutangewebe abgeklippt. Dabei mußte auch die ACI unterbunden werden.

Später führten PROLO u.a. (1977) einen feineren, doppelumigen Ballonkatheter ein, der eine bessere Kontrolle der Ballonplacierung ermöglichte.

Diese Behandlungsmethode wurde auch in Frankreich (ROUGIERIE u.a., 1973; PICARD u.a., 1974; LEPOIRE u.a., 1974), den USA (MARCHAM, 1974; BAHULEYAU u.a., 1975; CARES u.a., 1978) und in der Sowjetunion (SERBINENKO, 1971) aufgegriffen. Sie brachte gegenüber der Embolisation und der Trapping-Methode den Vorteil einer kontrollierten Ausschaltung der ACI in Höhe der Fistel ohne Trepanation.

4.2.2 Fistelausschaltung mit Erhaltung der A.carotis interna bzw. der A.carotis externa

Die verschiedenen Behandlungsverfahren zur direkten Ausschaltung der A.carotis-S.cavernosus-Fisteln unter gleichzeitiger Erhaltung der Durchgängigkeit der ACI bzw. ACE können über den arteriellen oder venösen Schenkel des Shuntes vorgenommen werden.

Die transarteriellen Verfahren stellen eine Verfeinerung der bereits erwähnten Methoden dar. Es handelt sich dabei um:

1. die Embolisation mit freien Partikeln und um
2. die Embolisation mit dem ablösbaren Ballon.

Die Eingriffe, die über den venösen Schenkel der arterio-venösen Fistel erfolgen, sind:

3. die Elektrothrombose und
4. der offene, transcavernöse Zugang

4.2.2.1 Die Embolisation mit freien Partikeln

Die Embolisation mit frei schwimmenden Materialien wird heute in erster Linie zur Ausschaltung von Fisteln zwischen der A.carotis externa und dem S.cavernosus angewandt. Diese Methode beruht auf der Technik der superselektiven Angiographie der A.carotis externa und ihrer Äste, die von DJINDJIAN seit Ende der sechziger Jahre systematisch vorgenommen und durch zahlreiche Publikationen verbreitet wurde (DJINDJIAN u.a., 1971,

1973 und 1973; DJINDJIAN und MERLAND, 1978).

4.2.2.2 Die Embolisation mit dem ablösbaren Ballon

Die Embolisation mit dem ablösbaren Ballon wurde im Jahre 1971 von SERBINENKO in die Behandlung der A.carotis-interna-S.cavernosus-Fisteln eingeführt und später von DEBRUN u.a. (1975 und 1981) weiterentwickelt. Durch diese Methode konnte in ca. 70 % der Fälle eine selektive Ausschaltung der Fistel bei gleichzeitiger Erhaltung der A.carotis interna erreicht werden.

4.2.2.3 Die Elektrothrombose

Die ersten Versuche einer strominduzierten Thrombosierung der Gefäße wurden 1831 von VELPEAU und 1832 von PHILLIPS (Zit. bei HOSOBUCHI, 1975) unternommen. Beide empfahlen, die Elektrothrombose als Behandlungsmaßnahme der Aneurysmen anzuwenden.

MOORE und MURCHISON (1864, Zit. bei HOSOBUCHI, 1975) waren die ersten, die mit Hilfe dieser Methode ca. 30 Jahre später periphere Aneurysmen ausgeschaltet haben.

WERNER hat die Elektrothrombose im Jahre 1941 erstmals zur Behandlung von intracraniellen Aneurysmen und PETERSON im Jahre 1969 zur Behandlung der A.carotis-S.cavernosus-Fisteln angewandt.

Obwohl sich zwischenzeitlich die Technik wesentlich verfeinert hat und mehrere Autoren über gute Ergebnisse berichtet haben, findet die Elektrothrombose derzeit nur in wenigen Kliniken, z.B. in den USA (HOSOBUCHI, 1975; MULLAN, 1974 und 1979) und in Japan (ISHIKAWA u.a., 1982) Anwendung.

4.2.2.4 Ausschaltung durch offene Freilegung des S.cavernosus

Nach der erfolgreichen direkten Tamponierung des S.cavernosus mit Muskel (BROWDER, 1937) gelang PARKINSON u.a. (1974) die Ausschaltung der Fistel durch eine gezielte Okklusion der Gefäßruptur bei gleichzeitiger Erhaltung der A.carotis interna.

Der Eingriff wurde unter Verwendung der Herz-Lungen-Maschine in Hypothermie vorgenommen. Aufgrund der aufwendigen technischen Voraussetzungen und nicht zuletzt aufgrund der höheren Komplikationsrate im Vergleich zu den anderen Verfahren konnte sich diese Behandlungsmethode jedoch bisher noch nicht durchsetzen.

5. Krankengut, Methoden, Ergebnisse

5.1 Krankengut

Die Arbeit beinhaltet 8 konsekutive Fälle mit spontanen oder traumatischen A.carotis-S.cavernosus-Fisteln, die zwischen 1977 und 1983 in der Neurochirurgischen Klinik des Klinikums Großhadern mit anderen Methoden als der bisher als Standardmethode anerkannten Trapping-Operation allein behandelt wurden.

Es handelt sich um 3 Frauen und 5 Männer mit einem Durchschnittsalter von 40,1 bzw. 22,4 Jahren mit einer Streuung in beiden Gruppen zwischen 11 und 61 Jahren.

Die bei der klinischen Untersuchung am häufigsten erhobenen Befunde waren ein pulssynchrones Geräusch, ein pulsierender Exophthalmus mit begleitender konjunktivaler Injektion und Augenmuskelparesen. Die Beschwerden sowie die klinischen Befunde sind in Tabelle 1 wiedergegeben.

Eine durch die Fistel verursachte Visuseinschränkung konnte nur in einem Fall festgestellt werden.

Bei 3 Patienten bestand infolge der schweren Schädelhirnverletzung mit Orbitabeteiligung eine homolaterale Amaurose.

In einem weiteren Fall mit einer massiven A.carotis externa-S.cavernosus-Fistel trat präoperativ wiederholt spontanes Nasenbluten auf.

Die angiographische Abklärung erfolgte bei allen Patienten durch selektive Katheterisierung beider Aa.carotis internae und externae sowie durch Darstellung des vertebrobasilären Systems.

Zur genaueren Lokalisierung der Läsion im Bereich der A.carotis interna wurde in einem Fall die Vertebralis-angiographie bei gleichzeitiger Kompression der homolateralen A.carotis interna am Hals vorgenommen.

Tab.1 Beschwerden und klinische Befunde bei 8
Patienten mit A.carotis-S.cavernosus-
Fisteln

BESCHWERDEN

Pulssynchrones Geräusch	8
Ptosis	6
Schmerzen	6
Schlafstörungen	5
Doppelbilder	3*
Epistaxis	1

KLINISCHE BEFUNDE

Exophthalmus	8
Chemosis	8
N.oculomotorius-Parese	7
N.abducens-Parese	6
Glaukom	5
Visuseinschränkung	5*

* = bei 3 Patienten bestand eine Amaurose als Folge einer direkten Schädigung des N.opticus.

In einem anderen Fall, bei dem eine Ligatur der A.carotis communis, A.carotis interna und A.carotis externa am Hals vorausgegangen war, erfolgte zur Klärung der Fistelversorgung zusätzlich eine selektive Darstellung der A.subclavia sowie der aufsteigenden Cervicalarterien.

Die cerebrale Angiographie zeigte bei 2 Patienten (Fälle 1 und 3) eine A.carotis externa-S.cavernosus-Fistel, in 2 weiteren Fällen (3 und 7) eine gemischte Fistel zwischen der A.carotis externa, A.carotis interna und dem S.cavernosus und bei den restlichen 4 Patienten (Fälle 4-6 und 8) einen A.carotis interna-S.cavernosus-Shunt (Tab.2).

Bei den 2 Patienten mit der A.carotis externa-S.cavernosus-Fistel handelte es sich um einen Zustand nach vorausgegangener Ligatur der A.carotis interna bei einer primär diagnostizierten A.carotis-S.cavernosus-Fistel mit ausschließlicher Beteiligung der A.carotis interna. In 4 von 6 Fällen mit einer Shuntversorgung durch die A.carotis interna wiesen die Fisteln einen hohen Flow (Fälle 4,5,7 und 8) mit Blutentzug aus dem Hirnkreislauf auf. Bei einem dieser Patienten (Fall 7) mit einer traumatischen, gemischten A.carotis externa- und A.carotis interna-S.cavernosus-Fistel konnte die Beteiligung der A.carotis externa erst nach Ausschaltung der A.carotis interna erkannt werden. Umgekehrt wurde bei einem weiteren Patienten (Fall 2) mit einem spontanen Shunt zunächst nur die A.carotis externa als Fistelzufluß und erst nach ihrer Ausschaltung auch die Beteiligung der A.carotis interna nachgewiesen.

In 5 von diesen 6 Fällen mit einer Shuntbeteiligung der

Tab.2 Angiographische Befunde bei 8 Patienten mit A.carotis-S.cavernosus-Fisteln

Pat.	Geschl. Alter	Angiographischer Befund ACE-SC-F Zuflüsse	ACI-SC-F Flow ↑↓	Venen- stauung	Bisherige Therapie
1.SK	m,26	ja* M,MM,PA,Cerv.	(ja)	V.opthalm.	ACI-Okkl. (vor 1 J)
2.IM	w,61	ja M,MM,PA	ja° (↓) TMH	V.opthalm.	keine
3.KH	m,28	ja* M,MM	(ja)	V.opthalm.	ACI-Okkl. (vor 10 J)
4.RN	m,16	--	ja (↑) Aneurysma	V.opthalm.	keine
5.HP	m,17	--	ja (↑) Aneurysma	V.opthalm.	keine
6.KF	w,50	--	ja (↓) Aneurysma	V.opthalm.	keine
7.ZG	m,25	ja* M,MM	ja (↑)	V.opthalm.	keine
8.KC	w,11	--	ja (↑)	V.Sylvii	keine

ACE = A.carotis externa; ACI = A.carotis interna; SC = Sinus cavernosus; F = Fistel; M = A.maxillaris; MM = A.meningea media; PA = A.pharyngea ascendens; TMH = Truncus meningohypophysialis; ↓ = Fistel mit niedrigem Flow; ↑ = Fistel mit hohem Flow; * = die ACE-SC-F wurde erst nach Ausschaltung der ACI-SC-F nachgewiesen; ° = die ACI-SC-F wurde erst nach Ausschaltung der ACE-SC-F nachgewiesen.

A.carotis interna erfolgte die Fistelversorgung durch eine Perforation der A.carotis interna allein. Bei drei dieser Patienten war außerdem in Höhe des Shunts eine aneurysmatische Erweiterung der A.carotis interna zu erkennen.

Bei dem 6. Patienten (Fall 2) dagegen entstand die Fistel durch eine direkte Läsion des Truncus meningohypophysialis.

In den Fällen mit arterio-venösen Fisteln zwischen der A.carotis externa und dem S.cavernosus waren am häufigsten die Endäste der A.maxillaris sowie die A.meningea media beteiligt, während die A.pharyngea ascendens nur in 2 Fällen involviert war. In einem Fall mit vorausgegangenen Ligaturen der A.carotis externa, der A.carotis interna und A.carotis communis stellte sich die A.carotis externa-S.cavernosus-Fistel über Kollateralverbindungen zwischen der A.occipitalis und den ascendierenden Halsarterien dar.

In 7 von diesen 8 Fällen war eine massive Stauung der V. ophthalmica superior zu erkennen, während bei einer Patientin (Fall 8) die V.Sylvii unter den gestauten corticalen Zuflüssen des S.cavernosus die größte Volumenzunahme aufwies. Der Abfluß aus dem S.cavernosus erfolgte meistens über den S.petrosus superior und den Plexus pterygoideus.

Abhängig vom angiographischen Befund wurden zur Therapie der verschiedenartigen arterio-venösen Fisteln drei Verfahren angewandt:

1. die Ausschaltung mit dem ablösbaren Ballon bei den Patienten mit einer A.carotis interna-S.cavernosus-Fistel,
2. die Ausschaltung durch Embolisation mit freien Partikeln bei den Patienten mit einer A.carotis externa-S.cavernosus-Fistel und
3. die Trapping-Operation in Kombination mit einer Hirnrevascularisationsoperation bei den Patienten, bei denen die Fistelausschaltung mit dem ablösbaren Ballon mißlungen war.

5.2 Embolisation mit dem ablösbaren Ballon bei Patienten mit A.carotis interna-S.cavernosus-Fisteln

Die in der Neurochirurgischen Klinik des Klinikums Großhadern angewandte Technik entspricht der Originalbeschreibung von DEBRUN (DEBRUN u.a., 1975).

5.2.1 Methode

Die ablösbaren Ballons* sind aus Latex angefertigt und werden in 3 Größen hergestellt (Tab.3).

Tab.3 Ablösbare Ballons nach Debrun - Maße und Volumen der 3 Standardgrößen

No	Leerzustand Länge / Weite	Aufgefüllter Zust. Länge / Weite	Maximal- volumen
9	5,0 / 1,6 mm	20,0 / 10,0 mm	1,0 ml
15	5,0 / 1,3 mm	18,5 / 7,0 mm	0,35 ml
16	2,0 / 0,9 mm	8,5 / 4,5 mm	0,10 ml

* = Ingenor, 75020 Paris, Rue Orfila

Die Spitze des Ballons ist zur Radiokontrastgebung mit einem Metallklipp markiert. Die Ballons werden auf Mikrokatheter aus Teflon mit einem Aussendurchmesser von 0,6 mm und einem Innendurchmesser von 0,4 mm aufmontiert und mit feinen Latexbändchen fixiert (Abb.1).

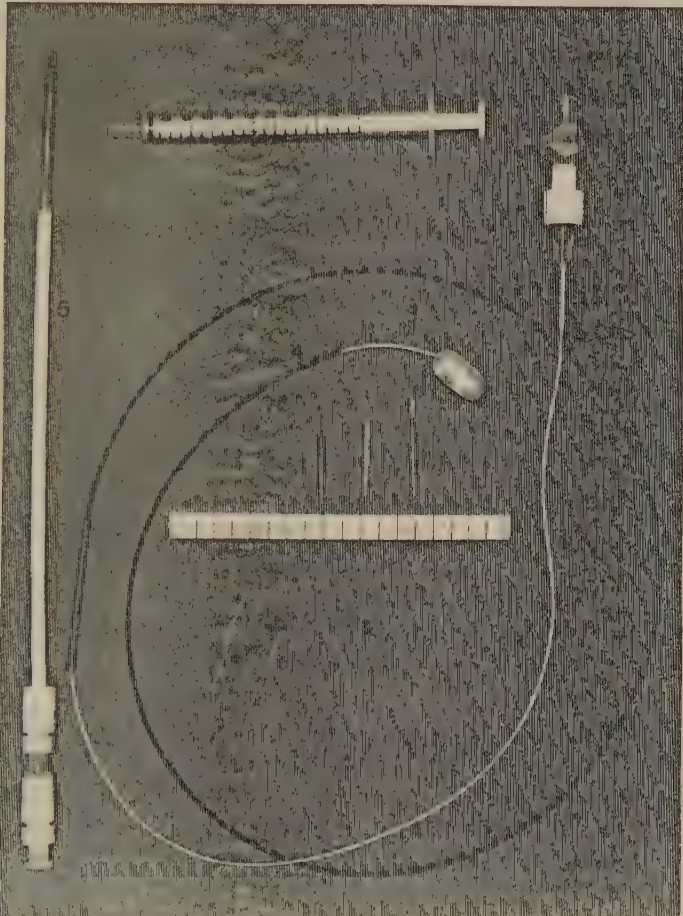


Abb.1: Kathetersystem mit ablösbarem Ballon nach DEBRUN: 1 nicht montierte Latexballons; 2 Latexbändchen; 3 Mikrobalkenkatheter A; 4 Katheter B; 5 Introduktor C.

Der Mikroteflonkatheter (A) ist 70,0 cm lang und hat eine Kapazität von 0,9 - 1,0 ml. Vor der Ballonmontage wird die Luft aus dem Katheter durch Auffüllung mit Kochsalzlösung entfernt. Das Ende des Katheters wird durch den Hals des Ballons vorgeschoben. Anschließend wird der Mikroballon mit einem Latexbändchen am Katheter befestigt. Durch Auf- und Abfüllen des Mikroballons mit Kochsalzlösung werden noch vorhandene Luftbläschen entfernt; gleichzeitig wird die Dichtigkeit der Ligatur überprüft.

Für die Einführung des äußerst instabilen Mikroballonkatheters A in die Blutbahn sind zusätzlich ein 40,0 cm langer Katheter B sowie ein sogenannter Introduktor C erforderlich.

Der Katheter B hat einen Innendurchmesser von 1,0 mm und bildet mit dem Katheter A ein Koaxialsystem. Durch seine stabilisierende Funktion ermöglicht er die Einführung des Katheters A in die Blutbahn. Ferner wird er für die Ablösung des Ballons vom tragenden Katheter benötigt.

Der Introduktor C dient zur Einführung des Koaxialkathetersystems (A + B) in das Gefäß.

Die Einführung des Koaxialkathetersystems in die Blutbahn kann sowohl auf transfemoralem Weg als auch durch Direktpunktion der A.carotis am Hals erfolgen.

Bei den Patienten dieses Krankengutes wurde die A.carotis direkt punktiert.

Der gesamte Ablauf erfolgte mit Ausnahme eines 11-jährigen Mädchens (Fall 8) in Lokalanästhesie und unter fortlaufender Monitorüberwachung.

Zuerst wird der Introducator C percutan in die A.carotis interna placiert. Dann wird über einen Dreiwegehahn das Koaxialkathetersystem (Katheter A + B) bis zum Ende des Introduktors C eingeführt. Anschließend wird unter Durchleuchtungskontrolle lediglich der Mikrobalkonkatheter A nach leichtem Auffüllen des Ballons mit Kontrastmittel bis in Höhe des cavernösen Abschnittes der A.carotis interna vorgeschoben. Zur Kontrastgebung sind die Ballons mit einem kleinen Klipp versehen. Nach Einführen des Ballonkatheters in den S.cavernosus (Abb.2) wird dieser mit Kontrastmittel aufgefüllt bis die Fistel vollständig ausgeschaltet ist. Bei guter Placierung des Ballons und erhaltener Durchgängigkeit der A.carotis interna kann die Ablösung des Ballons erfolgen. Um eine sekundäre Verkleinerung des Ballons zu vermeiden, wird das Kontrastmittel vor der Ablösung des Ballons mit hartwerdendem polymerisierenden Silikon ausgetauscht. Die Trennung des Ballons vom Mikrokatheter wird durch Herausziehen des Katheters A nach vorheriger Fixierung des Ballons in seiner Position mit Hilfe des Koaxialkatheters B vollzogen.

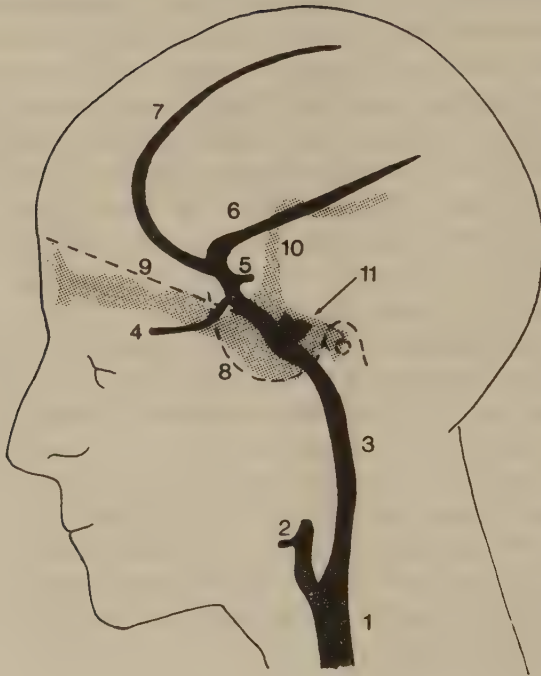


Abb.2: Technik der Ausschaltung einer ACI-SC-Fistel mit dem ablösbaren Ballon.
1 ACC; 2 ACE; 3 ACI mit Fistelstelle (Pfeil);
4 A.ophthalmica; 5 A.communicans posterior; 6 A. cerebri media; 7 A.cerebri anterior; 8 SC; 9 V.ophthalmica superior; 10 V. Sylvii; 11 Katheter mit ablösbarem Ballon innerhalb des SC.

5.2.2 Krankengut und Ergebnisse

Die Embolisation mit dem ablösbaren Ballon wurde bei 4 Patienten mit A.carotis interna-S.cavernosus-Fisteln angewandt. Die präoperativen klinischen und angiographischen Befunde, die Indikation sowie die Behandlungsergebnisse sind in der Tabelle 4 aufgelistet.

Die Indikation zur Fistelausschaltung wurde aufgrund des fistelbedingten Blutentzugs aus dem Hirnkreislauf, des pulsierenden Exophthalmus sowie der vorhandenen Augenmuskelparesen gestellt.

Die vollständige Okklusion der Fistel durch den ablösbaren Ballon gelang in drei von diesen Fällen. Bei diesen Patienten blieb gleichzeitig die Durchgängigkeit der A.carotis interna erhalten.

Bei einer Patientin (Fall 8), einem 11-jährigen Mädchen, war 7 Monate zuvor ein Verkehrsunfall mit Schädelhirntrauma vorausgegangen. Einige Wochen später traten ein einseitiger Exophthalmus mit leichter konjunktivaler Injektion, Doppelbilder sowie ein pulssynchrones Geräusch auf. Bei der augenärztlichen Untersuchung wurde eine inkomplette Parese des N. oculomotorius festgestellt. Der Visus war nicht eingeschränkt. Die cerebrale Angiographie ergab eine A.carotis interna-S.cavernosus-Fistel. Obwohl angiographisch ein massiver Blutentzug aus dem Hirnkreislauf erkennbar war, zeigte sich bei der Messung der regionalen Hirndurchblutung keine Minderperfusion. Es bestand eine massive venöse Stauung im Bereich der corticalen Venen, wobei hauptsächlich die V.Sylvii beteiligt war. Die V.ophtalmica dagegen war verhältnismäßig wenig gestaut. Der Abfluß

D.4 Therapie, Komplikationen und Ergebnisse bei 8 Patienten mit A.carotis-Sinus cavernosus-Fisteln

F.	t.	Geschl. Alter	Indikation	Diagnose	Embolisation	Therapie			Komplikationen	Kontrollangiographie
						Ballon	EIAB	AC-Okklusion		
56	K	m, 26J	Epistaxis Exophthalm.	ACE- und ACI-SC-F	G (1x) G+K (vor 1J)	-- nein	-- nein	ja (vor 1 J) ja (vor 1 J)	keine keine	Fistel geschl.; 6 J Fistel geschl.; 7 J
6	M	w, 61J	Geräusch Exophthalm.	ACE- und ACI-SC-F	G+D (1x) nein	-- nein	-- nein	-- nein	N.VII-Par. SC-Thromb.	Fistel geschl.; 3 J Fistel geschl.; 2 J
14	H	m, 28J	Exophthalm. Doppelbild.	ACE- und ACI-SC-F	G+D (2x) nein	-- nein	-- nein	-- ja (vor 10J)	keine keine	Fistel geschl.; 3 J Fistel geschl.; 13 J
15	N	m, 16J	Exophthalm. Doppelbild.	ACI-SC-F	nein	nein	ja	ja (nach 4Wo)	keine	Fistel geschl.; 3 J
16	P	m, 17J	Exophthalm. Geräusch	ACI-SC-F	nein	ja*	nein	ja (nach 4Wo)	keine	Fistel geschl.; 1 J
17	F	w, 50J	Exophthalm. Sehstörung	ACI-SC-F	nein	ja	nein	nein	keine	Fistel geschl.; 1 J
18	G	m, 25J	Exophthalm. Geräusch	ACE- und ACI-SC-F	G+D (1x) nein	-- ja	-- ja	-- ja (vor 2 St)	N.VII-Par. keine	Fistel geschl.; 3 Mo Fistel geschl.; 9 Mo
19	C	w, 11J	Exophthalm. Doppelbild.	ACI-SC-F	nein	ja	nein	nein	keine	Fistel geschl.; 7 Mo

8 = extra-intracranialler arterieller Bypass; ACE = A.carotis externa; ACI = A.carotis interna; SC = Sinus cavernosus; F = Fistel; G = Gelita; D = Dura; K = Kugeln; * = sekundäre Verkleinerung des Ballons; + = "spontane Heilung der Fistel."

aus dem S.cavernosus erfolgte vorwiegend über den Sinus petrosus inferior und über den S.pterygoideus (Abb.3a).

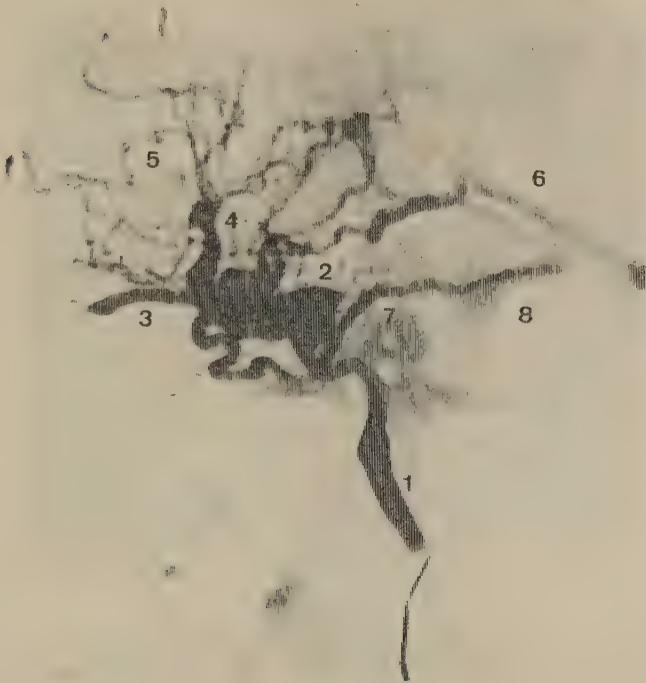


Abb.3a (Fall 8): 11-jähriges Mädchen mit einer traumatischen ACI-SC-F. Das rechtsseitige, selektive ACI-Angiogramm weist einen ausgeprägten Blutentzug aus dem Hirnkreislauf auf. Die corticalen Venen sind massiv gestaut, weniger die V.ophthalmica.

1 ACI; 2 SC; 3 V.ophthalmica superior; 4 V.Sylvii; 5 corticale Venen; 6 S.rectus; 7 S.petrosus; 8 S.transverso-sigmoideus.

Aufgrund von Gefäßüberlagerungen war die genaue Lokalisation der Carotisläsion auf dem Angiogramm nicht erkennbar. Die exakte Lokalisierung gelang erst nach Durchführung der Vertebralisangiographie unter gleichzeitiger Kompression der homolateralen A.carotis interna am Hals (Abb.3b).

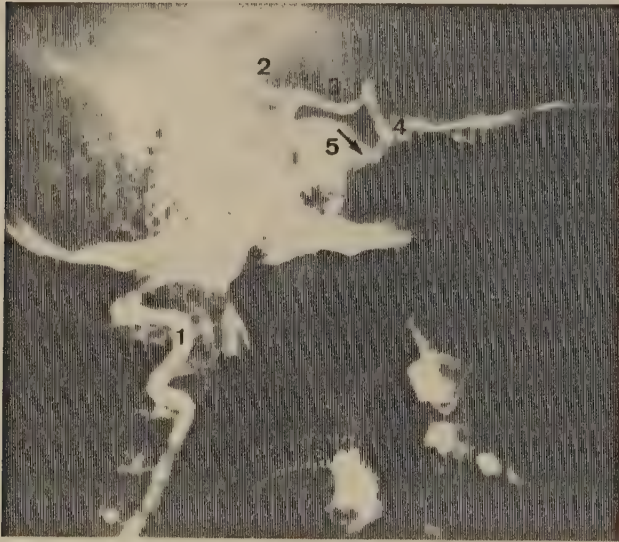


Abb.3b (Fall 8): Vertebralisangiogramm mit Kompression der rechten A.carotis interna. Retrograde Füllung der ACI über den Ramus communicans posterior und Darstellung der Carotisläsion (Pfeil).
1 A.vertebalis; 2 A.cerebri posterior; 3 Ramus communicans posterior; 4 A.carotis interna; 5 S.cavernosus.

Die A.carotis interna-S.cavernosus-Fistel wurde in Allgemeinnarkose mit einem Mikrobalkonkatheter der Größe 9 ausgeschaltet. Dabei konnte die Durchgängigkeit der A.carotis interna erhalten werden (Abb.3c). Um eine spätere Verkleinerung des Ballons zu vermeiden, wurde dieser mit 0,3 ml polymerisierendem Silikon aufgefüllt. Nach Entfernung des Katheters konnte angiographisch eine komplette Ausschaltung der Fistel bestätigt werden.

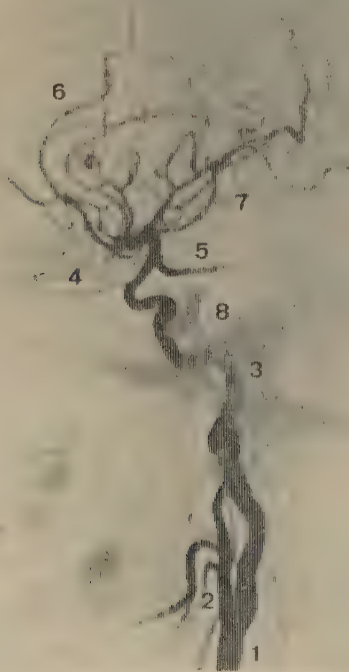


Abb.3c (Fall 8): Zustand nach Embolisierung der ACI-SCF mit dem ablösbaren Ballon. Das rechtsseitige A.carotis communis-Angiogramm bestätigt die vollständige Ausschaltung der Fistel bei erhaltener Durchgängigkeit der ACI.

1 ACC; 2 ACE; 3 ACI; 4 A.ophthalmica; 5 A.communicans posterior; 6 A.cerebri anterior; 7 A.cerebri media, 8 Ballon.

Bei dem 2. Patienten, einem 17-jährigen Mann (Fall 5), trat ebenfalls posttraumatisch ein pulsierender Exophthalmus auf. Das rechtsseitige Carotisangiogramm ergab eine A.carotis interna-S.cavernosus-Fistel mit mäßiggradigem Blutentzug aus dem Hirnkreislauf. Es bestand eine massive Stauung im Bereich der Vv.ophtalmicae. Der Abfluß aus dem Sinus cavernosus erfolgte hauptsächlich über den Sinus petrosus. Die ACI wies in ihrem extracraniellen Abschnitt eine Schlinge um 360° auf (Abb.4a).



Abb.4a (Fall 5): 17-jähriger Mann mit einem traumatischen, rechtsseitigen ACI-SC-Shunt. Das ACI-Angiogramm weist eine massive Stauung im Bereich der V.ophthalmica superior und inferior auf. Der Abfluß erfolgt über den S.petrosus.

- 1 ACI mit Schlinge (Pfeil); 2 A.cerebri media;
- 3 V.ophthalmica superior; 4 V.ophthalmica inferior;
- 5 SC; 6 S.petrosus; 7 V.jugularis interna.

Nach Überwindung der extracraniellen Carotisschlinge und Einführung eines Ballons der Größe 9 in den Sinus cavernosus konnte die Fistel nach Auffüllung des Ballons mit 0,8 ml Kontrastmittel vollständig ausgeschaltet werden, wobei die Durchgängigkeit der A.carotis interna erhalten blieb (Abb.4b). Der Austausch des Kontrastmittels durch polymerisierendes Silikon war jedoch aufgrund eines im Bereich der Carotisschlinge entstandenen Knicks im Mikrokatheter nicht mehr möglich. Die Ablösung des Ballons erfolgte durch Herausziehen des Mikrokatheters ohne Anwendung des Koaxialkatheters, der durch die Carotisschlinge nicht vorgeschoben werden konnte.



Abb.4b (Fall 5): Kontrollangiographie nach Fistelausschaltung durch den ablösbaren Ballon. Die Durchgängigkeit der ACI ist erhalten geblieben.

1 ACI; 2 A.ophthalmica; 3 ablösbarer Ballon innerhalb des Sinus cavernosus.

Bei dem 3. Patienten handelt es sich um eine 50-jährige Frau (Fall 6), die sich nach einem Fahrradsturz eine Schädelfraktur sowie eine Commotio cerebri zugezogen hatte. Drei Wochen nach dem Unfall traten die Symptome eines S.cavernosus-Syndroms mit leichter Protrusio bulbi, konjunktivaler Injektion, pulssynchronem Geräusch, Ptosis sowie Doppelbildern auf. Die Sehkraft auf der betroffenen Seite hatte sich von 0,8 auf 0,6 verschlechtert und der Augeninnendruck war mit 20 mmHg gegenüber der nicht betroffenen Seite (14 mmHg) erhöht. Die cerebrale Angiographie erbrachte den Nachweis einer A.carotis interna-S.cavernosus-Fistel ohne erkennbaren Blutentzug aus dem Hirnkreislauf (Abb.5a). Es bestand eine ausgeprägte Stauung der V.ophtalmica superior. Der Abfluß erfolgte hauptsächlich über die vorderen Anteile des SC in die Gesichtsvenen.

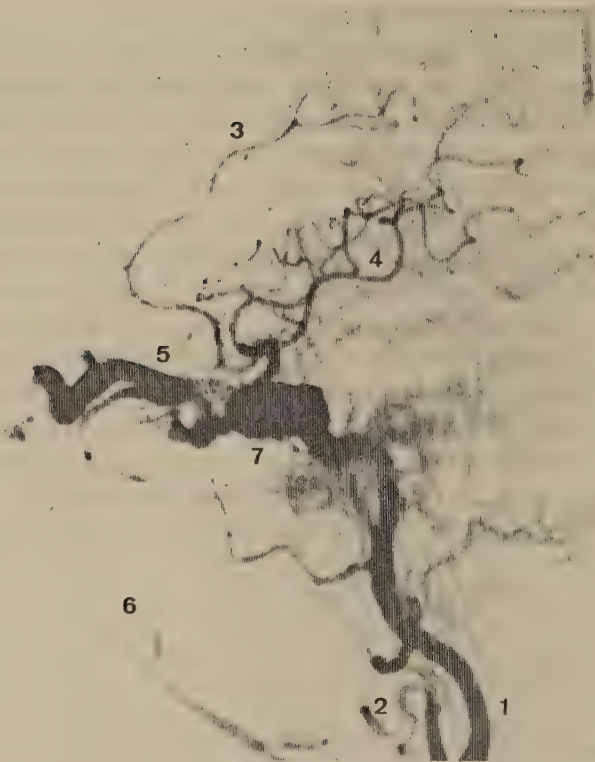


Abb.5a (Fall 6): 50-jährige Frau mit einer posttraumatischen ACI-SC-F. Die rechtsseitige Carotisangiographie zeigt einen Shunt ohne erkennbaren Blutentzug aus dem Hirnkreislauf. Es besteht lediglich eine massive Stauung der V.ophthalmica superior sowie der Gesichtsvenen.
1 ACI; 2 ACE; 3 ACA; 4 ACM; 5 V.ophthalmica superior; 6 Gesichtsvenen; 7 SC.

Obwohl der Fistelflow und damit ihr Sog gering erschien, wurde der Versuch einer Ausschaltung durch den ablösba-
ren Ballon unternommen. Trotz mehrstündiger Manipula-
tionen mit dem Ballonkatheter in Höhe der Fistel konn-
te der Ballon nicht in den S.cavernosus eingeführt wer-
den. Von einer Ausschaltung der Fistel durch Ballon-
okklusion der A.carotis interna in Shunthöhe wurde ohne
vorherige Ergänzung des natürlichen Kollateralkreis-
laufes durch eine Hirnrevaskularisationsoperation Ab-
stand genommen. Unmittelbar nach Beendigung der Maß-
nahme gab die Patientin eine deutliche Rückbildung des
pulssynchronen Geräusches an. In den folgenden Tagen ver-
schwand das Geräusch vollständig und die übrigen Sympto-
me des S.cavernosus-Shuntes bildeten sich ebenfalls zu-
rück. Die Kontrollangiographie zeigte überraschender-
weise eine Okklusion der Fistel bei erhaltener Durch-
gängigkeit der A.carotis interna (Abb.5b).

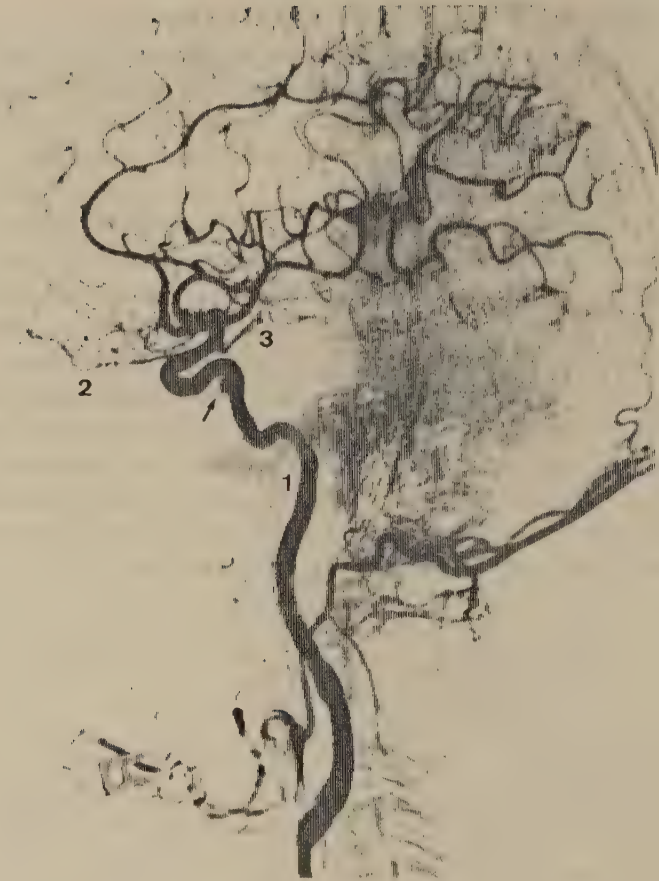


Abb.5b (Fall 6): Kontrollangiographie nach dem gescheiterten Versuch einer Fistelausschaltung durch den ablösbaren Ballon. Das Angiogramm zeigt eine komplette Okklusion der ACI-SC-F. In Höhe der Läsion ist eine aneurysmatische Erweiterung der ACI erkennbar.

1 ACI mit Aneurysma (Pfeil); 2 A.ophthalmica; 3 A.communicans posterior.

In allen 3 Fällen sistierte das pulsierende Geräusch nach dem Eingriff. Die präoperativen Symptome, wie z.B. der Exophthalmus, die konjunktivale Injektion, die Doppelbilder und in einem Fall die Sehstörungen bildeten sich ebenfalls allmählich zurück. Postoperative Komplikationen traten nicht auf.

Im Fall 5, bei dem der Austausch des Kontrastmittels durch Silikon nicht gelang, traten jedoch 2 Wochen nach dem Eingriff erneut ein pulsierendes Geräusch sowie eine Protrusio bulbi auf. Die Kontrollangiographie zeigte eine Wiedereröffnung der Fistel, was auf eine Verkleinerung des Ballons infolge einer Diffusion des Kontrastmittels durch die Ballonwand zurückzuführen war. In Anbetracht der technischen Schwierigkeiten aufgrund der ausgeprägten Carotisschlinge, die zur Abknickung des Katheters geführt hatte, wurde von einem erneuten Therapieversuch mittels Ballonausschaltung Abstand genommen. In diesem Fall wurde die extra- und intracranielle Carotisligatur ohne zusätzliche EIAB-Operation durchgeführt.

Bei dem 4. Patienten traten während des Versuchs der Fistelokklusion mit dem ablösbaren Ballon technische Komplikationen auf. Es handelte sich um einen 25-jährigen Mann (Fall 7) mit einer traumatischen, rechtsseitigen A.carotis interna-S.cavernosus-Fistel. Der Blutentzug aus dem Hirnkreislauf war so ausgeprägt, daß bei der A.carotis interna-Angiographie der homolaterale cerebrale Kreislauf nicht zur Darstellung kam (Abb.6a). Obwohl der Kollateralkreislauf über den Circulus Willisii sehr gut ausgebildet war, ergab die Messung der regionalen Hirndurchblutung über der entsprechenden Großhirnhemisphäre eine Minderperfusion.

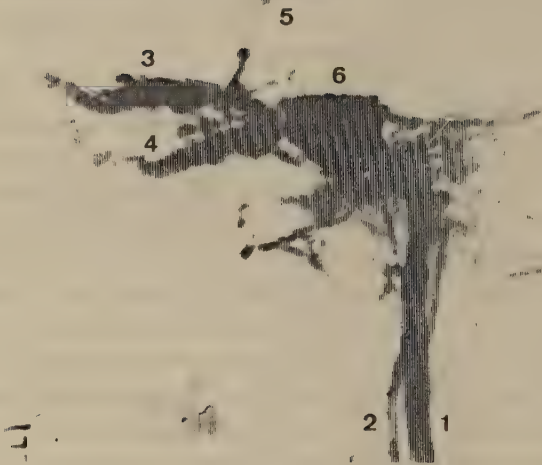


Abb.6a (Fall 7): 25-jähriger Mann mit einer großen, rechtsseitigen ACI-SC-F. Das ACC-Angiogramm zeigt einen massiven Blutentzug aus dem Hirnkreislauf. Fistelzuflüsse über die ACE oder über ihre Äste lassen sich nicht erkennen. Es besteht eine massive Stauung der Vv. ophthalmicae und eine deutliche Stauung der V.Sylvii.

1 ACI; 2 ACE; 3 V.ophthalmica superior; 4 V.ophthalmica inferior; 5 V. Sylvii; 6 S.cavernosus.

Aufgrund des massiven arterio-venösen Shunt es bestanden gute Voraussetzungen für eine Ballonausschaltung. Bei dem Ballonisierungsversuch kam es jedoch zu einer nicht erwünschten Ablösung des Ballons knapp unterhalb der Fistel, die mit einer Okklusion der ACI einherging. Um die dadurch verursachte Zunahme des Blutentzugs aus dem Hirnkreislauf zu beseitigen und dem Auftreten von cerebr-

ischämischen Symptomen vorzubeugen, wurde noch am selben Tag die ACI intracraniell, unterhalb der A.ophthalmica, abgeklippt (Abb.6b). Ferner wurde prophylaktisch zur Ergänzung des natürlichen Kollateralkreislaufes zum Versorgungsgebiet der rechten A.cerebri media ein extra-intracranieller, arterieller Bypass (EIAB) angelegt.

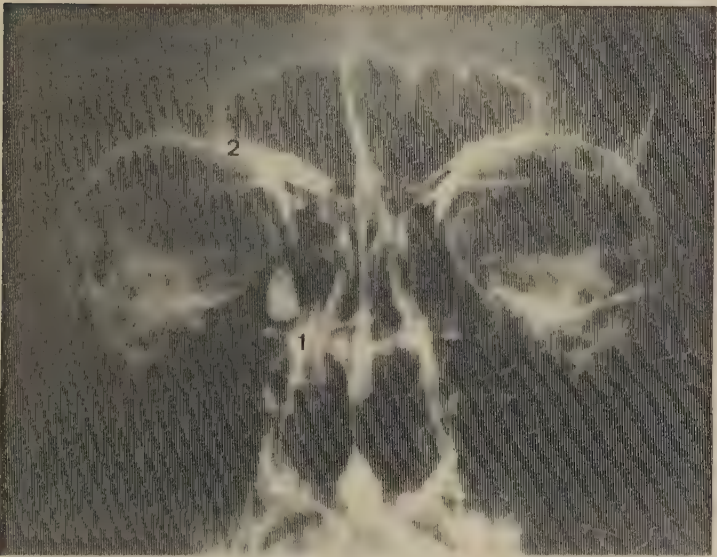


Abb.6b. (Fall 7): Zustand nach Ausschaltung der rechten ACI durch den ablösbaren Ballon (extracraniell) und durch Klippung (intracraniell).
Röntgennativaufnahme des Schädels in frontaler Projektion.
1 Ballon; 2 Klipp.

Der postoperative Verlauf war komplikationslos und die präoperativen Zeichen des Carotis-Cavernosus-Syndroms bildeten sich auch bei diesem Patienten zurück. Bei der 2 Wochen später durchgeführten Kontrollangiographie mit Darstellung beider Carotissysteme war der ACI-SC-Shunt nicht mehr darstellbar (Abb.6c).

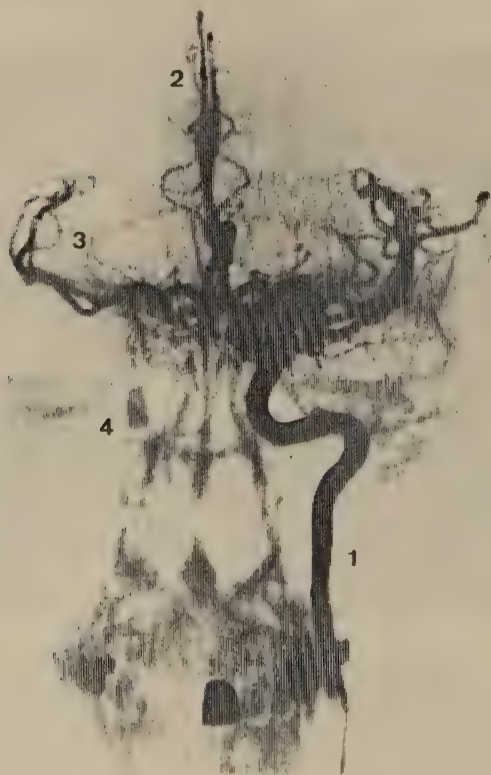


Abb.6c (Fall 7): Linksseitiges Carotisangiogramm nach Ausschaltung der rechten ACI durch Ballon (extracraniell) und Klipp (intracraniell). Der rechtsseitige ACI-SC-Shunt ist nicht mehr nachweisbar. Darstellung eines guten Kollateralkreislaufs zum Versorgungsgebiet der rechten A.cerebri media.

1 ACI; 2 ACA; 3 ACM; 4 Ballon.

Über das rechtsseitige A.carotis externa-Angiogramm ließ sich eine gute Funktion der angelegten Gefäßanastomose belegen. Ferner kam jetzt erstmals eine kleine Fistel zwischen den Endästen der ACE und dem SC zur Darstellung (Abb.10a). Es wurde mit dem Patienten eine Embolisation zu einem späteren Zeitpunkt vereinbart.

5.3 Embolisation mit Partikeln bei Patienten mit A.carotis externa-S.cavernosus-Fisteln

5.3.1 Methode

Das angewandte Embolisationsverfahren entspricht im wesentlichen der von DJINDJIAN (1973) beschriebenen Technik.

Die zu embolisierenden Arterien wurden je nach Größe mit Kathetern des Kalibers 5-7 F superselektiv katheterisiert. Die Einführung des Katheters in die Blutbahn erfolgte in Seldingertechnik ausschließlich auf transfemoralem Weg. Die Abbildung 7 zeigt schematisch den Fall einer kombinierten ACE- und ACI-SC-F, nachdem die ACI bereits extra- und intracraniell ausgeschaltet wurde.

Als Embolisationsmaterial wurden Gelitaschwämmchen* allein oder in Kombination mit lyophilisierter Dura mater** verwendet. Auf diese Weise konnten wichtige Eigenschaften beider Materialien, wie z.B. Geschmeidigkeit (Gelita) und Nichtresorbierbarkeit (Lyodura) vereinigt werden (Tab.5).

Tab.5 Eigenschaften der embolisierenden Partikel

Gelatineschwamm	Lyophilisierte Dura
sehr leicht verformbar	leicht verformbar
Gewebenekrosen möglich	keine Gewebenekrosen
nicht toxisch	nicht toxisch
z.T. resorbierbar	nicht resorbierbar
nicht kontrastgebend	nicht kontrastgebend

* Gelfoam, Upjohn GmbH, 6148 Heppenheim

** Lyodura, B.Braun Melsungen AG

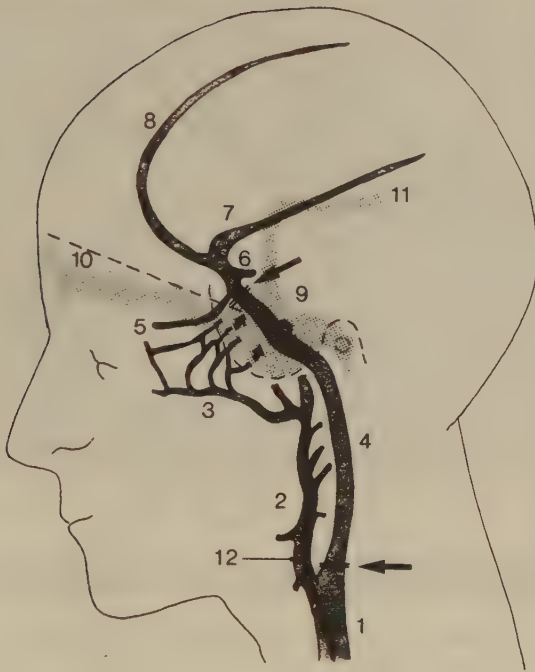


Abb.7 Technik der Ausschaltung einer ACE-SC-F durch Embolisation bei Zustand nach Okklusion der ACI extra- und intracraniell (große Pfeile) aufgrund einer ACI-SC-F.

1 ACC; 2 ACE; 3 A.maxillaris; 4 ACI; 5 A.ophthalmica; 6 A.communicans posterior; 7 ACM; 8 ACA; 9 SC; 10 V.ophthalmica; 11 V.Sylvii; 12 Katheter.

Je nach Kaliber der auszuschaltenden Shuntzuflüsse wurden Emboli einer Größe von ca. 1,0 x 1,0 mm bis ca. 1,0 x 10,0 mm verwendet (Abb.8). Zur Hydratierung der Embolisationspartikel wurden diese ca. eine Stunde vor Beginn der Embolisation in Kochsalzlösung gelegt.

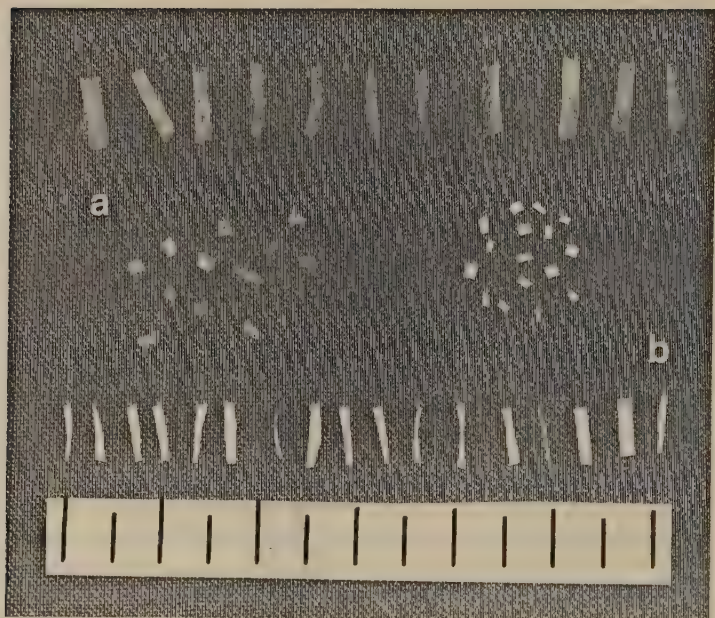


Abb.8: Material für Embolisationen von ACE-SC-Fisteln.
a Gelita; b Lyodura.

Der Ablauf bzw. das Fortschreiten der Embolisation wurde durch ständige Monitorüberwachung sowie durch wiederholte Kontrollangiographien und Bildsubtraktionen überprüft. Zum Einbringen des Embolisationsmaterials in die entsprechende Arterie wurde eine 1:1 Kombinationslösung von physiologischer Kochsalzlösung und Kontrastmittel (Telebrix*) verwendet.

Die Embolisation wurde bei Auftreten eines Kontrastmittelrückflusses in den Hauptstamm der A.carotis externa oder sogar der A.carotis interna - unabhängig vom Ausmaß der Gefäßausschaltung - abgebrochen. Auf diese Weise wird dem Eintreten von Emboli in das Carotis in-

* Telebrix 300, Byk Gulden Konstanz

terna-System und dem möglichen Auftreten einer cerebrovasculären Ischämie vorgebeugt.

Nach und nach wurden in gleicher Technik alle Zuflüsse ausgeschaltet. Nach jeder Ausschaltung sowie nach jeder Katheterisierung eines neuen Gefäßes wurden Kontrollangiographien angefertigt und der Stand der Embolisation beurteilt.

Um das Auftreten von Komplikationen rechtzeitig erkennen zu können, wurden die Eingriffe in örtlicher Betäubung vorgenommen. Alle Embolisationen wurden jedoch in Anwesenheit eines Anästhesisten durchgeführt. Die benötigte Kontrastmittelmenge schwankte je nach Anzahl der auszuschaltenden Arterien zwischen 100 und 250 ml.

5.3.2 Krankengut und Ergebnisse

Die Embolisation als Behandlungsmethode für die Ausschaltung von Fisteln zwischen der A.carotis externa und dem S.cavernosus ist bei 4 Patienten (Fälle 1-3 und 7) angewendet worden.

Die klinischen und angiographischen Befunde, die Indikation sowie die Ergebnisse der Behandlung sind in der Tab.4 (S.32) aufgeführt. Das pulssynchrone Geräusch sowie der Exophthalmus waren die Hauptsymptome für die Indikationsstellung zur Fistelausschaltung. In einem Fall wurde die Indikation aufgrund einer rezidivierenden Epistaxis gestellt.

Bei allen 4 Patienten handelte es sich primär um gemischte ACE- und ACI-SC-Fisteln.

In 3 Fällen (1,3 und 7) war aufgrund der A.carotis interna-S.cavernosus-Fistel bereits eine Okklusion der A.carotis interna extra- und intracraniell vorausgegangen. Bei keinem dieser 3 Patienten konnte primär aufgrund des ausgeprägten Shuntes zwischen der ACI und dem SC trotz selektiver angiographischer Darstellung beider Carotissysteme der zusätzliche Shunt zwischen der A.carotis externa und dem S.cavernosus erkannt werden. Bei 2 Patienten (Fälle 1 und 3) traten die Symptome eines Fistelrezidivs erst 1 bzw. 10 Jahre nach der Ausschaltung der ACI wieder auf. In einem anderen Fall (7) wurde die Beteiligung der ACE an der Fistelversorgung bereits zum Zeitpunkt der Frühkontrolluntersuchung, 2 Wochen nach Ausschaltung der A.carotis interna-S.cavernosus-Fistel, festgestellt.

Bei dem 4. Patienten (Fall 2) wurde zuerst die ACE-SC-F

und erst nach ihrer Embolisation die Beteiligung der ACI an der Fistelversorgung erkannt.

Der erste Patient, ein 23-jähriger Mann (Fall 1), erlitt im Dezember 1974 ein Schädelhirntrauma, das mit einer fronto-temporalen Hirnkontusion, einer Fraktur der vorderen Schädelbasis sowie mit einer Opticusläsion rechts, die zur Amaurose führte, einherging. Zusätzlich traten eine massive, rechtsseitige pulsierende Augenprotrusion mit Chemosis sowie ein pulsierendes Geräusch im rechten Ohr auf, was auf eine A.carotis-S.cavernosus-Fistel hindeutete. Bei der transfemorale cerebralen Angiographie wurde eine große A.carotis interna-S.cavernosus-Fistel nachgewiesen. Im März 1975 wurde eine Ausschaltung der A.carotis interna durch Ligatur extra- und intracraniell sowie der A.carotis externa am Hals vorgenommen. Die präoperativen Symptome bildeten sich daraufhin zurück. Aufgrund einer massiven Rezidivsymptomatik wurde der Patient Ende 1976 reangiographiert. Dabei zeigte sich eine Rezidivfistel zwischen der A.carotis interna und dem S.cavernosus, wobei die Blutversorgung der A.carotis interna über pathologische Verbindungen mit der A.carotis externa zustande kam. Der Blutentzug war so massiv, daß kein intracranieller Kreislauf zu erkennen war. Die venöse Stauung bestand hauptsächlich im Bereich der V.ophtalmica. Die Füllung der A.carotis externa erfolgte über Kollateralverbindungen zwischen den ascendierenden Cervicalarterien und der A.occipitalis und A.pharyngea ascendens (Abb.9a).

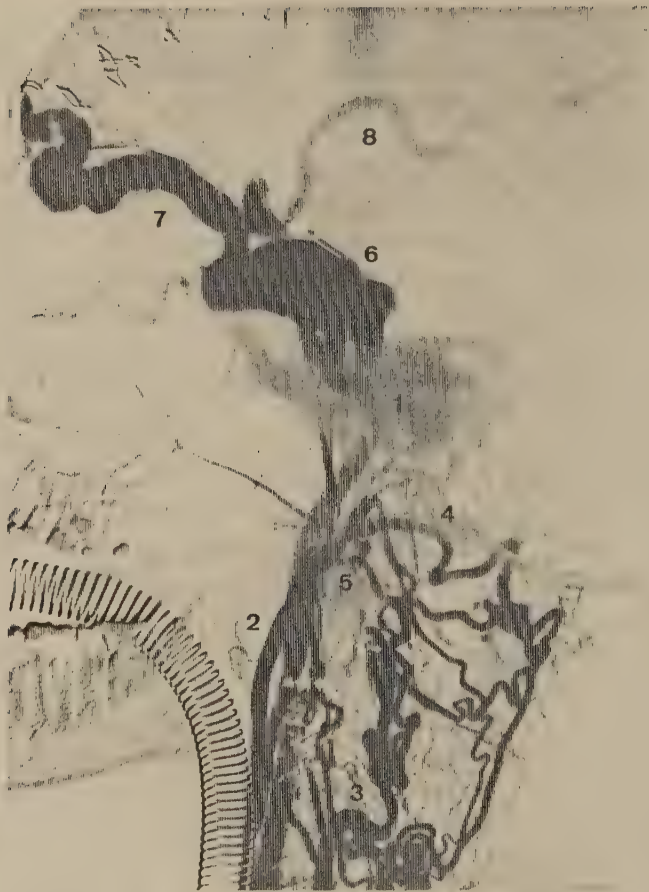


Abb.9a (Fall 1): 23-jähriger Mann mit einem ACI-SC-F-Rezidiv nach vorausgegangener Ausschaltung der ACI und ACE. Die Füllung der ACI kommt über pathologische Verbindungen mit der ACE zustande. Die ACE füllt sich über Kollateralverbindungen zwischen den ascendierenden Cervicalarterien und der A.occipitalis und A.pharyngea ascendens.

- 1 ACI; 2 ACE; 3 Cervicalarterien; 4 A.occipitalis;
5 A.pharyngea ascendens; 6 SC; 7 V.ophthalmica;
8 V.Sylvii.

Bei der Reoperation im Dezember 1976 wurde nach Eröffnung der A.carotis interna am Hals eine Embolisation mit Metallkugeln von 1,0 und 2,5 mm Durchmesser und Gelitaschwämmchen vorgenommen. Ferner wurden die A.carotis externa und A.carotis interna erneut durch Ligatur ausgeschaltet. Auch diesmal kam es zunächst zu einer völligen Rückbildung der Ausfallserscheinungen. Fünf Monate später wurde der Patient jedoch erneut stationär aufgenommen, nachdem abermals die Symptome eines S.cavernosus-Syndroms aufgetreten waren. Zusätzlich klagte der Patient erstmals über schweres rezidivierendes Nasenbluten.

Bei der cerebralen Angiographie kam diesmal eine A.carotis externa-S.cavernosus-Fistel zur Darstellung. Die Blutversorgung der A.carotis externa und ihrer Äste erfolgte ebenfalls über Kollateralverbindungen zwischen den ascendierenden Cervicalarterien und dem A.carotis-externa-System via A.occipitalis und A.pharyngea ascendens. Die direkten Zuflüsse der Fistel waren die A.meningea media und A.maxillaris interna (Abb.9b).

Im Mai 1977 wurden die vom Aortenbogen abgehenden ascendierenden Cervicalarterien der rechten Seite nach superselektiver Katheterisierung mit einem 6 F-Katheter mit Gelitaschwämmchen allein embolisiert. Bei der Kontrollangiographie konnte eine komplette Ausschaltung der A.carotis externa-S.cavernosus-Fistel nachgewiesen werden (Abb.9c). Nach Rückbildung der Ausfallserscheinungen blieb der Patient bis jetzt, 6 Jahre nach dem Eingriff, beschwerdefrei.

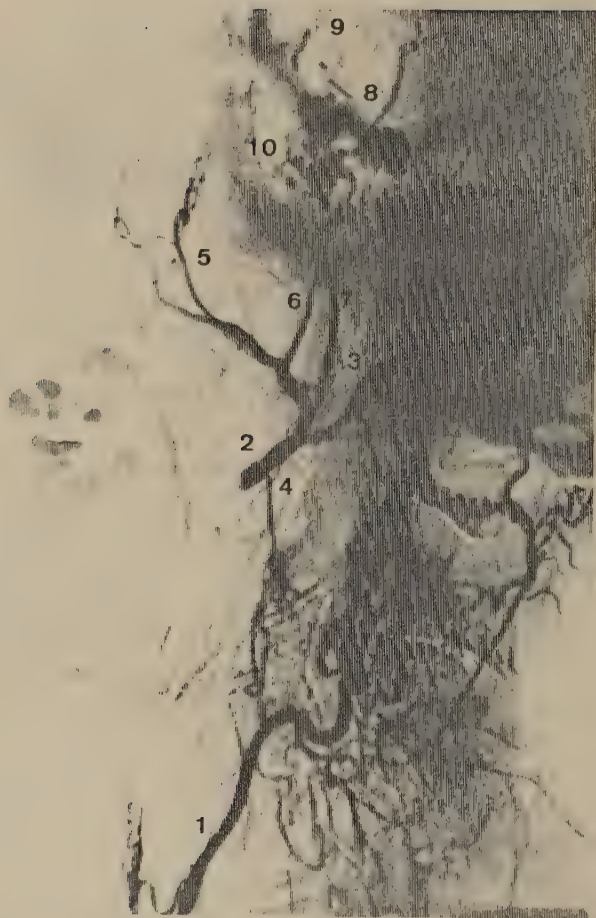


Abb.9b (Fall 1): Rezidivsymptomatik aufgrund einer ACE-SC-F. Die Fistelversorgung erfolgt über die A.maxillaris und A.meningea media. Die Darstellung der Endstrecke der ACE kommt über Kollateralverbindungen zwischen den Cervicalarterien und der A.occipitalis und A.pharyngea ascendens zustande.
 1 Cervicalarterien; 2 ACE; 3 A.occipitalis; 4 A.pharyngea ascendens; 5 A.maxillaris; 6 A.meningea media; 7 A.temporalis superficialis; 8 SC; 9 V.Sylvii; 10 Kugeln innerhalb des z.T. thrombosierten SC.

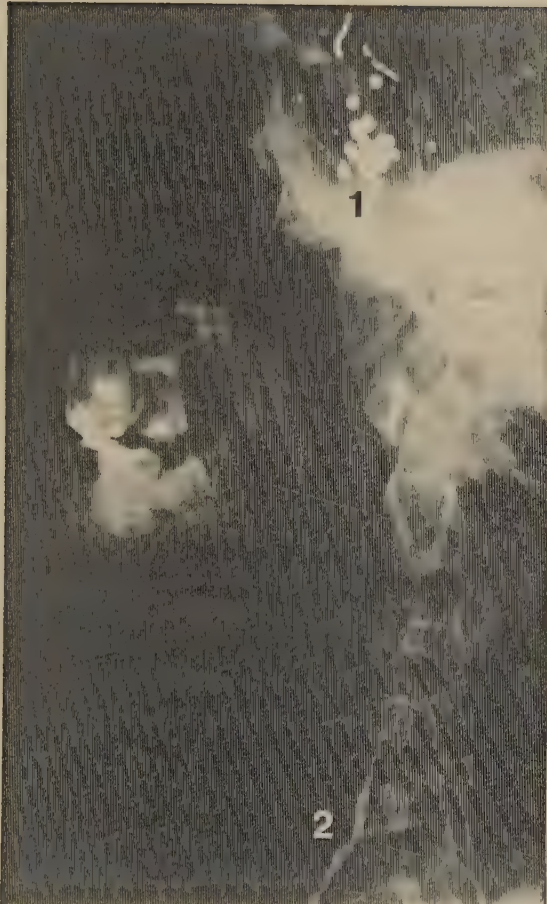


Abb.9c (Fall 1): Zustand nach Fistelausschaltung durch Okklusion der ascendierenden Cervicalarterien sowie der ACE-Zuflüsse.

1 Kugeln innerhalb des SC; 2 ascendierende Cervicalarterien.

Im Fall 7 konnte zwar eine weitestgehende, jedoch nur inkomplette Schließung der Fistel erzielt werden. Bei diesem Patienten wurde nach vorausgegangener Ausschaltung der Internafistel durch Okklusion der ACI (Abb.6a und 6c) eine Anastomose zwischen der A.temporalis superficialis und der A.cerebri media angelegt. Die 2 Wochen später durchgeführte Kontrollangiographie zeigte neben der Fistelausschaltung und einer guten Funktion der Anastomose erstmals einen ACE-SC-Shunt (Abb.10a).

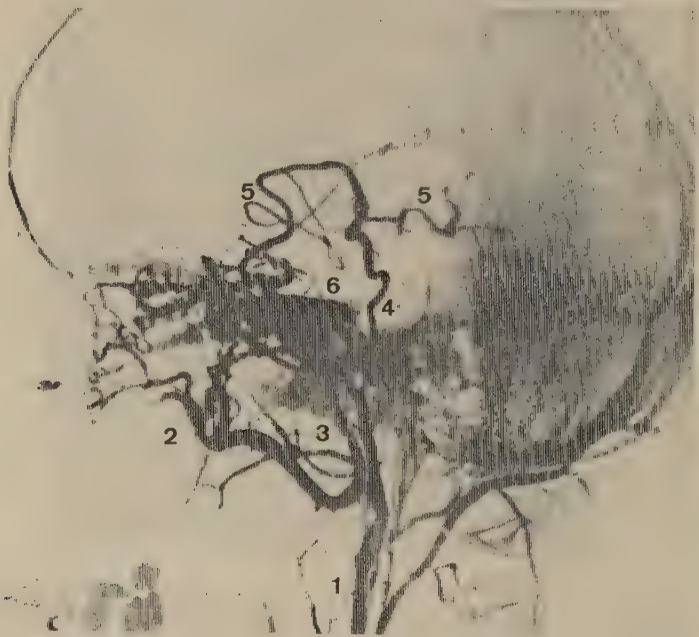


Abb.10a (Fall 7): 25-jähriger Mann mit einem ACE-SC-Shunt nach vorausgegangener Okklusion der ACI und EIAB-Operation aufgrund einer ACI-SC-F. Das Angiogramm der ACC läßt eine gute Anastomosenfunktion, eine Ausschaltung der ACI und die ACE-SC-F erkennen.
1 ACE; 2 A.maxillaris; 3 A.meningea media; 4 A.temporalis superficialis; 5 ACM-Äste; 6 SC.

Nach Ausschaltung der A.maxillaris, die sich als Hauptzufluß der Fistel erwies, kam es während der Embolisation des zweiten Zuflusses, der A.meningea media, zu einem Kontrastmittlrückfluß in die Endstrecke der A.carotis externa.

Um die A.temporalis superficialis, die als Spendergefäß für den angelegten Bypass diente, nicht zu gefährden, mußte die Embolisation abgebrochen werden (Abb.10b).

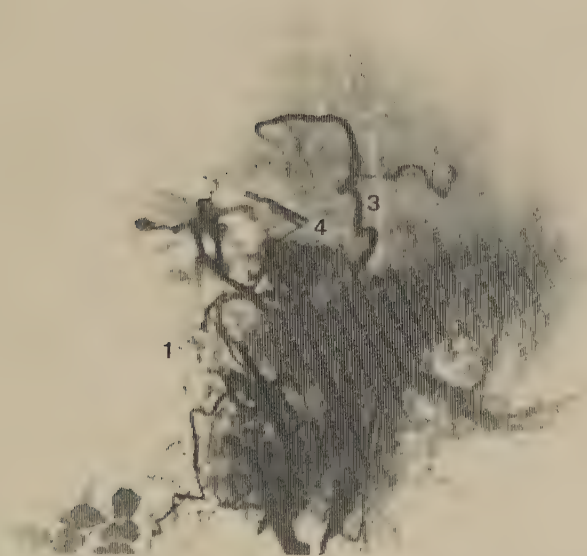


Abb.10 b (Fall 7): Zustand nach weitestgehender, jedoch inkompletter Ausschaltung der ACE-SC-F. Okklusion der Fistelzuflüsse über die A.maxillaris. Der 2. Zufluß, die A.meningea media, wurde aufgrund eines Kontrastmittlrückflusses in die A.temporalis superficialis nicht embolisiert, um die Funktion der Anastomose nicht zu gefährden.
1 verschlossene AM; 2 AMM; 3 ATS; 4 SC.

In 3 von diesen 4 Fällen konnte der arterio-venöse Shunt vollständig ausgeschaltet werden. Dafür waren bei einem Patienten zwei Embolisierungssitzungen erforderlich.

Die präoperativen Symptome haben sich in 3 Fällen vollständig, im 4. Fall nur unvollständig zurückgebildet.

Vorübergehende Komplikationen traten lediglich bei zwei Patienten (Fall 2 und 7) auf.

Bei einer Patientin (Fall 2) kam es infolge der Embolisation zu einer vorübergehenden Thrombosierung des Sinus cavernosus, was eine passagere Zunahme der Augenprotrusion zur Folge hatte. Außerdem trat ein Parotisabszeß auf.

Bei dem zweiten Patienten (Fall 7) wurde nach der Embolisation eine transiente, periphere Facialisparesie beobachtet.

5.4 Extra-intracranielle, arterielle Anastomose
und Trapping-Operation bei Patienten mit
A.carotis interna-S.cavernosus-Fisteln

5.4.1 Methode

Der extra-intracranielle, arterielle Bypass (EIAB) wurde als zusätzliche Maßnahme bei den Patienten angewandt, bei denen für die Okklusion einer A.carotis interna-S.cavernosus-Fistel die A.carotis interna ausgeschaltet werden mußte.

Das Ziel der Bypassoperation ist, durch eine Ergänzung des natürlichen Kollateralkreislaufes dem Auftreten einer cerebrovasculären Ischämie mit eventuellem bleibenden Defizit vorzubeugen.

Die Operationstechnik entspricht im wesentlichen der Originalbeschreibung von DONAGHY und YASARGIL aus dem Jahre 1967. Dabei wird in mikrochirurgischer Technik die A.temporalis superficialis End-zu-Seit an ein corticales Mediagefäß angeschlossen (Abb.11).

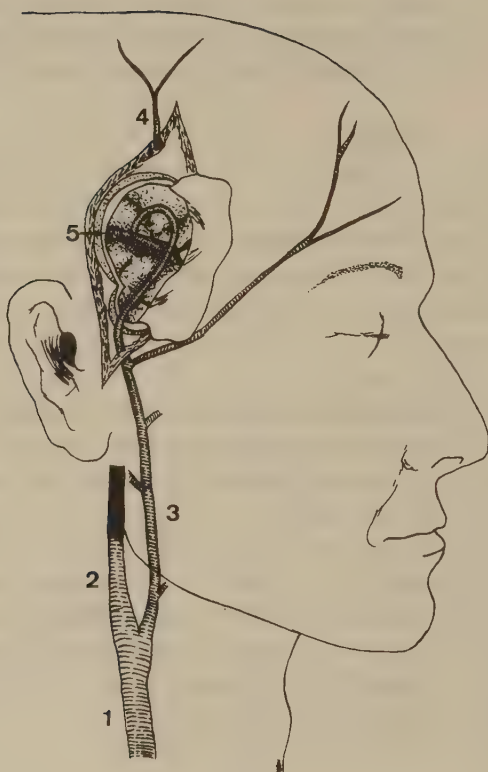


Abb.11: Schematische Darstellung der End-zu-Seit-Anastomose zwischen der A.temporalis superficialis und einem corticalen Ast der A.cerebri media bei einem Verschuß der A.carotis interna.

1: ACC; 2 ACI; 3 ACE; 4 ATS; 5 corticaler Ast der ACM.

5.4.2 Krankengut und Ergebnisse

Die Anastomosenoperation wurde vor bzw. nach Ausschaltung der A.carotis interna-S.cavernosus-Fistel durch Okklusion der A.carotis interna in 2 Fällen durchgeführt. Es handelte sich um 2 Männer im Alter von 16 (Fall 4) und 25 Jahren (Fall 7), die primär eine traumatische A.carotis interna-S.cavernosus-Fistel aufwiesen.

Bei einem 16-jährigen Jungen (Fall 4) wurde die Ausschaltung der A.carotis interna vor Einführung der Technik des ablösbaren Ballons in der Neurochirurgischen Klinik des Klinikums Großhadern vorgenommen.

Der A.carotis interna-S.cavernosus-Shunt war bereits im cranialen Computertomogramm erkennbar (Abb.12a).

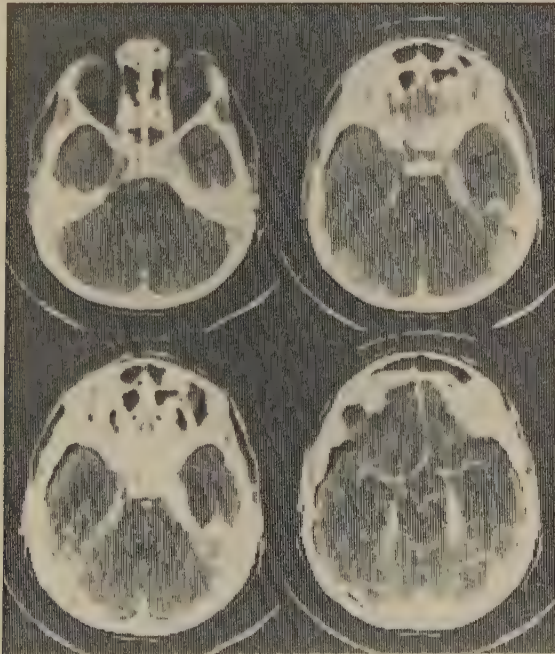


Abb.12a (Fall 4): Craniales Computertomogramm bei einem 16-jährigen Patienten mit einer traumatischen, rechtsseiti-

gen ACI-SC-F. Nach Kontrastmittelgabe ist eine Erweiterung des rechten SC erkennbar (Pfeil).

Die cerebrale Angiographie ergab eine arterio-venöse Fistel ohne nennenswerten Blutentzug aus dem Hirnkreislauf. Der venöse Abfluß erfolgte über den S.petrosus inferior zur V.jugularis interna. Es bestand lediglich eine Stauung der ophthalmischen Venen (Abb.12b).



Abb. 12b (Fall 4): Das rechtsseitige ACI-Angiogramm zeigt eine ACI-SC-F. Es besteht kein relevanter Blutentzug aus dem Hirnkreislauf. Die venöse Stauung ist nur im Bereich der ophthalmischen Venen erkennbar.
1 ACI; 2 ACM; 3 Vv. ophthalmicae; 4 SC.

Nach vorausgegangener angiographischer Darstellung der potentiellen Spendergefäße wurde ein doppelter A.temporalis superficialis-A.cerebri media-Bypass angelegt. Die Ausschaltung der Fistel durch Okklusion der A.carotis interna erfolgte erst nach dem angiographischen Nachweis der Bypassfunktion, 4 Wochen nach der Operation (Abb.12c).

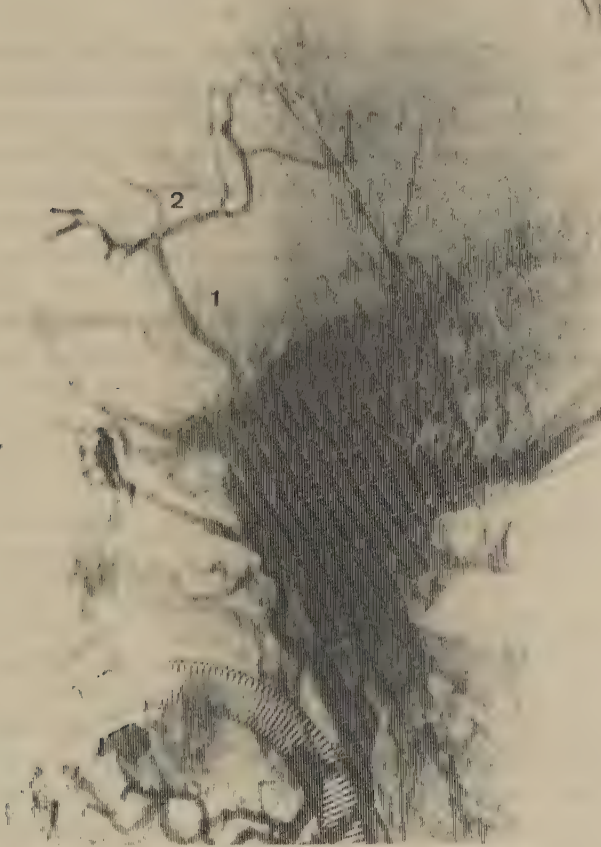


Abb.12c (Fall 4): Nachweis einer guten Bypass-Funktion vor der geplanten Ausschaltung der Fistel durch Okklusion der ACI.

1 ATS; 2 ACM.

Bei dem 2. Patienten (Fall 7) wurde zunächst der Versuch einer Fistelausschaltung mit Hilfe des ablösbaren Ballons unternommen. Da es während dieser Maßnahme zu der unerwünschten Okklusion der ACI durch den ablösbaren Ballon kam, wurde noch am selben Tag auch die intracranielle Okklusion der A.carotis interna durchgeführt und anschließend ein EIAB angelegt (Abb.6 und 10).

In beiden Fällen konnte nach Okklusion der A.carotis interna eine Ausschaltung der arterio-venösen Fistel erzielt und angiographisch bestätigt werden. Die Durchgängigkeit der angelegten Anastomosen ließ sich ebenfalls angiographisch nach superselektiver Katheterisierung der A.carotis externa belegen. Die Symptome der Patienten bildeten sich nach der Fistelausschaltung allmählich zurück.

Operative Komplikationen, insbesondere als Ausdruck einer cerebrovasculären Insuffizienz, traten nicht auf.

6. Diskussion

Der natürliche Verlauf der A.carotis-S.cavernosus-Fisteln wird im allgemeinen als günstig beurteilt. Obwohl Spontanheilungen sowohl bei den traumatisch bedingten als auch bei den spontan aufgetretenden Fisteln beschrieben wurden (POTTER, 1954; NEWTON und HOYT, 1970; VOIGT u.a., 1971; DJINDJIAN u.a., 1973; LOBATO u.a., 1978; SEEGER u.a., 1980; BERNINI u.a., 1982), werden die meisten Patienten aufgrund des komplexen Beschwerdebildes einer aktiven Behandlung unterzogen. Schwerwiegende Komplikationen, die bei den unbehandelten Fällen auftreten können, sind selten. Es wurden jedoch spontane intracranielle Blutungen (SATTLER, 1920, Zit. bei DAY, 1982), Sehstörungen bis zur Erblindung, die infolge des erhöhten intraorbitalen Druckes aufgrund von Blutungen und Nekrosen auftreten (SANDERS und HOYT, 1969; SPENCER u.a., 1973; LEE u.a., 1974) und massive unstillbare Nasenblutungen (LEE u.a., 1974; HANDA und HANDA, 1976), wie auch in einem Fall aus dieser Serie von Patienten, beschrieben. Eine cerebrovasculäre Insuffizienz konnte auch bei den Fällen mit einem massiven Blutentzug aus dem Hirnkreislauf nur selten beobachtet werden (BARNES u.a., 1978).

Die häufigsten Gründe für die Indikationsstellung zur Fistelausschaltung waren in dem Patientenkollektiv der Neurochirurgischen Klinik Großhadern je nach Schweregrad des arterio-venösen Shunttes Sehstörungen, Augenmuskelparesen, kosmetische Aspekte, wie z.B. Augenprotrusion und Chemosis oder - nicht selten - psychische Störungen infolge der durch das pulsierende Geräusch erzeugten Schlaflosigkeit.

Unter den verschiedenartigen Behandlungsverfahren scheinen sich die Methoden durchgesetzt zu haben, die die Erhaltung der A.carotis interna und externa anstreben.

Die kühnste dieser Methoden, die eine direkte Ausschaltung der Fistel am offenen S.cavernosus vorsieht - wie bei der sonst üblichen Behandlung von cerebralen Aneurysmen - hat sich trotz der von PARKINSON (1976) beschriebenen, zum Teil ausgezeichneten Ergebnisse in Betracht der technischen Kompliziertheit noch nicht durchsetzen können. Dagegen nimmt die Zahl der Fälle, die durch Embolisation mit weichen Partikeln (MAHALLEY und BOONE, 1974; THERON u.a., 1975; PUGATSCH und WOLPERT, 1975; FLEISCHER und BERG, 1977; DJINDJIAN und MERLAND, 1978; HARDY u.a., 1978; OLTEANU-NERBE u.a., 1978; PETERS und KRÖGER, 1979; OLTEANU-NERBE, 1981), durch den ablösbaren Ballon (FLEISCHER und BERG, 1977; FIERSTEIN u.a., 1978; DEBRUN u.a., 1981) oder durch die Elektrotrombose (CONLEY u.a., 1975; HOSOBUCHI, 1975; MULLAN, 1979; ISHIKAWA u.a., 1982) behandelt werden, ständig zu.

Die Erfahrungen in der Neurochirurgischen Klinik des Klinikums Großhadern mit der Technik des ablösbaren Ballons, der Partikel-Embolisation und im Sonderfall mit der Trapping-Operation in Kombination mit dem extra-intracraniellen, arteriellen Bypass (EIAB) waren zufriedenstellend.

Entsprechend den von SERBINENKO (1974) und DEBRUN (1981) erzielten Ergebnissen konnte der A.carotis interna-S.cavernosus-Shunt bei 3 der 4 behandelten Patienten (75 %) mit dem ablösbaren Ballon ausgeschaltet werden. Bei allen 3 Patienten blieb die Durchgängigkeit der A.carotis interna erhalten. Obwohl in einem dieser Fälle der Ballon-

katheter aufgrund der zu kleinen Fistel nicht in den S.cavernosus eingeführt werden konnte, kam es offenbar durch die Manipulationen sowie durch das wiederholte Auf- und Abfüllen des Ballons im Bereich der Fistel ebenfalls zu einer dauerhaften Okklusion der Carotisläsion.

Ähnliche Beobachtungen, die als "spontane" Verschlüsse betrachtet werden, wurden gelegentlich auch nach Durchführung der cerebralen Angiographie gemacht (PARSON, 1954; POTTER, 1954; BENNETT u.a., 1973; SEEGER u.a., 1980; ISHIKAWA u.a., 1982).

Obwohl es im Fall 4 durch die nicht erwünschte Ablösung des Ballons unterhalb der Schädelbasis zu einem Verschuß der A.carotis interna gekommen war, traten bei dieser Gruppe von Patienten keine Komplikationen auf.

Diese Behandlungsmethode kann jedoch auch zum Auftreten von schweren ischämisch bedingten Ausfallerscheinungen infolge von Verschlüssen der A.carotis interna, A.cerebri media oder A.ophtalmica mit Paresen, Erblindungen und sogar zum Tode führen (SERBINENKO, 1974; DEBRUN u.a., 1981; BARROW u.a., 1982; LANGFORD u.a., 1983; CHALIF u.a., 1983; SCHAPS und MIKULIN, 1983).

Leichtere Komplikationen, wie z.B. Augenmuskelparesen, können durch eine ballonbedingte Druckschädigung des im Bereich des S.cavernosus verlaufenden N.oculomotorius und des N.abducens auftreten. Diese Komplikationen wurden hauptsächlich in Fällen mit sehr großen Fisteln, für deren Ausschaltung die Anwendung mehrerer Ballons erforderlich war, beschrieben (DEBRUN u.a., 1981).

Die unerwünschte Ablösung des Ballons innerhalb der

A.carotis interna, wie ein Fall dieser Serie und andere Autoren gezeigt haben, ist auf technische Mängel des DEBRUN'schen Mikrobalkon-Katheters zurückzuführen. Auch die Beobachtung, wie im Falle eines weiteren Patienten, daß ein nur mit Kontrastmittel aufgefüllter Latexballon sich durch Undichtigkeiten des Ballons oder Diffusion des Kontrastmittels nach einiger Zeit verkleinern und folglich das Auftreten von Rezidivsymptomen ermöglichen kann, beruht auf Unzulänglichkeiten des Katheters. Aus diesem Grund scheint die endgültige Auffüllung des Ballons mit einer hartwerdenden Flüssigkeit, z.B. Silikon, erforderlich zu sein. Um derartige Komplikationen zu verhindern, werden derzeit große Anstrengungen zur Perfektionierung der ablösbaren Ballonkatheter unternommen (LAITINEN und SERVO, 1978; VINUELA u.a., 1983).

Als Alternative zu der Technik mit dem ablösbaren Ballon wird in den USA und in Japan in den Fällen, bei denen aufgrund einer sehr kleinen Fistel oder aufgrund ausgeprägter Schlingelungen im Bereich der A.carotis interna der Katheter nicht in den S.cavernosus placiert werden kann, die Elektrothrombose als Behandlungsmethode angewandt (HOSOBUCHI, 1975; MULLAN, 1979; ISHIKAWA u.a., 1982). Obwohl mit diesem Verfahren ausgezeichnete Ergebnisse erzielt wurden, haben manche Autoren auch schwere Komplikationen infolge von induzierten Verschlüssen der hirnzuführenden Gefäße, wie z.B. der A. carotis interna, beschrieben (CONLEY u.a., 1975).

Nachdem die technischen Voraussetzungen für die Durchführung der Elektrothrombose in der Neurochirurgischen Klinik des Klinikums Großhadern bisher noch nicht vorhanden waren, erfolgte in 2 Fällen die erfolgreiche Aus-

schaltung von A.carotis interna-S.cavernosus-Fisteln durch Okklusion der A.carotis interna extra- und intracraniell.

Über die guten Ergebnisse der sogenannten Trapping-Operation, die in Kombination mit der Embolisierung der A.carotis interna zu einer Heilungsquote von über 90 % führen kann, wurde von HAMBY (1964) und ISAMAT u.a. (1970) berichtet.

Erwähnenswert ist jedoch die hohe Komplikationsrate aufgrund der dadurch induzierten cerebrovasculären Insuffizienz in den Fällen mit einem schlecht ausgebildeten natürlichen Kollateralkreislauf. Nach BESSON (1972) und JENNETT u.a. (1976) können die Morbiditäts- und Mortalitätsraten 5,6 - 26 %, bzw. zwischen 4,5 und 40 % betragen. Viele andere Autoren haben ähnliche Erfahrungen gemacht (DANDY, 1942; BRUCE u.a., 1963; SPEAKMAN, 1964; GURDJIAN u.a., 1965; NISHIOKA, 1966; STERN u.a., 1967; LOVE und DART, 1969; TINDALL und ODOM, 1969). Die Zeichen einer cerebrovasculären Insuffizienz können nicht nur sofort, sondern entsprechend den Studien von GERMAN und BLACK (1965), OLDERSHAW und VORIS (1966), KAK u.a. (1973) sowie ROSKI u.a. (1981) über den Spätverlauf von Patienten mit einem therapeutischen Verschluß der A.carotis interna sogar noch über 10 Jahre nach der Carotis-okklusion auftreten.

Aus diesen Gründen erscheint bei diesem Patientenkollektiv ergänzend zu der Okklusion der A.carotis interna eine prophylaktische Hirnrevaskularisationsoperation sinnvoll, um auf diese Weise dem Auftreten einer cerebrovasculären Insuffizienz vorzubeugen (GUEGAN u.a., 1978; SHEN und LY, 1978). Diesbezüglich wurde in zahlreichen

Publikationen der protektive Effekt der A.carotis-A.ce-rebri media-Anastomose (LOUGHEED u.a., 1971) oder der A.temporalis superficialis-A.cerebri media-Anastomose bei Patienten mit arteriosklerotisch (YASARGIL und YONE-KAWA; 1977) oder traumatisch bedingten Carotisläsio-nen (TEW, 1975; GRATZL u.a., 1978) sowie bei Patienten mit therapeutisch vorgenommenen Ausschaltungen der A.ca-rotis interna bei sonst inoperablen Gefäßmißbildungen (GELBER und SUNDT, 1980; OLTEANU-NERBE u.a., 1980) oder basalen Tumoren (OLTEANU-NERBE, 1982) unterstrichen.

Postoperative Messungen des Bypassflows haben gezeigt, daß Flowwerte von Frühkontrollbestimmungen, die zwischen 10 und 60 ml/Minute schwanken, nach dem "Einspielen" der Anastomose Werte von 200 ml/min erreichen und sogar überschreiten können (FEIN und MOLINARI, 1974; CROWELL, 1976; REICHMANN, 1978; HANDA u.a., 1980).

Damit übereinstimmend wurden bei 2 Patienten dieser Serie mit gutem Ergebnis Hirnrevaskularisationsoperatio-nen durchgeführt.

Dieses kombinierte Vorgehen hat sich jedoch nicht bei allen Patienten als ausreichend für den Schutz des Hirn-kreislaufes erwiesen. So sind von nahezu allen Autoren cerebral-ischämische Komplikationen trotz angiographisch belegter Funktion der Anastomosen beschrieben worden. Außerdem steht derzeit noch keine zuverlässige Methode zur präoperativen Testung der individuellen Verträglich-keit bei einer geplanten Okklusion der A.carotis inter-na zur Verfügung, wie z.B. die von MATAS im Jahre 1914 empfohlene Testung, bei der beim wachen Patienten die A.carotis interna am Hals komprimiert wird, obwohl sich gute Ansätze durch die Anwendung der regionalen Hirn-

durchblutungsmessung erkennen lassen (MEINIG u.a., 1982).

Aus diesem Grund muß das Hauptziel in der Therapie des A.carotis interna-S.cavernosus-Shuntes die Fistelausschaltung bei gleichzeitiger Erhaltung der A.carotis interna bleiben.

Demgegenüber erscheint die Behandlung der A.carotis externa-S.cavernosus-Fisteln in Bezug auf die Komplikationsrate weniger riskant. Die derzeit geeignetste therapeutische Maßnahme ist die Embolisation mit weichen Partikeln. Der Vorteil der Embolisation gegenüber der sonst propagierten Ligatur der A.carotis externa besteht darin, daß durch eine distale, fistelnahe Okklusion der arteriellen Zuflüsse, die ebenfalls die Kollateralverbindungen zu den kontralateralen Gefäßen einschließt, eine radikale Fistelausschaltung mit weniger Rezidivmöglichkeiten erreicht wird. Außerdem kann die Embolisation im Rezidivfall durch den offen gebliebenen Ursprung der arteriellen Gefäße beliebig oft, bis zum endgültigen Verschluß der Fistel, wiederholt werden.

Bei 3 der 4 Patienten dieser Serie mit einer A.carotis-externa-S.cavernosus-Fistel konnte der Shunt durch die Embolisation der arteriellen Zuflüsse mit Gelitaschwämmchen und lyophilisierter Dura vollständig ausgeschaltet werden.

Andere Autoren haben mit ähnlich guten Ergebnissen verschiedene Embolisationsmaterialien, wie z.B. Polyurethanschwamm (OHTA u.a., 1973), Fettgewebe (GRILLO u.a., 1978), Lyodura (DJINDJIAN und MERLAND, 1978) und Histoacryl (VINUELA u.a., 1983) verwendet.

Bei einem Patienten war nach vorausgegangener Ligatur der A.carotis externa erst Jahre später über Kollateralverbindungen zwischen den ascendierenden Cervicalarterien und der A.occipitalis ein Rezidiv aufgetreten. Bei einem weiteren Patienten, bei dem aufgrund einer zusätzlichen A.carotis interna-S.cavernosus-Fistel bereits die Trapping-Operation in Kombination mit dem EIAB durchgeführt worden war, wurde die Embolisation durch eine superselektive Katheterisierung der A.maxillaris und der A.meningea media zwar nur unvollständig, aber unter Erhaltung der A.temporalis superficialis, die als Spendergefäß der Anastomose fungierte, durchgeführt. In diesem Fall wird die Embolisation in einer zweiten Sitzung fortgesetzt.

Die Nachteile der Embolisation gegenüber der Gefäßligatur bestehen in ihrem höheren Risiko in Bezug auf das Auftreten cerebral-ischämischer Komplikationen, wenn Emboli durch einen Rückfluß aus der A.carotis externa die A.carotis interna oder sogar die A.vertebralis erreichen. Auf diese Weise können schwere cerebral-ischämische Defizite verursacht werden (MC CORMICK u.a., 1976; DJINDJIAN und MERLAND, 1978; OLTEANU-NERBE, 1981).

Es wurden jedoch auch andere ischämisch bedingte Komplikationen beschrieben, wie z.B. im Bereich des N.facialis (CALCATERRA u.a., 1976; BENTSON u.a., 1978; HANDA u.a., 1980) oder der kaudalen Hirnnerven (LASJAUNIAS und DOYON, 1978). Eine transiente, ischämisch bedingte periphere Facialisparesie konnte auch bei einem Patienten dieser Serie beobachtet werden.

In einem anderen Fall, in dem es nach der Embolisation trotz Ausschaltung der Fistel zu einer vorübergehenden

Zunahme der Chemosis und des Exophthalmus gekommen war, dürfte es durch eine Teilthrombosierung des S.cavernosus selbst zu einer vorübergehenden venösen Abflußstörung im Bereich der Orbita gekommen sein.

Rekanalisationen der embolisierten Gefäße, die in der Literatur hauptsächlich bei Anwendung von Gelitaschwämmchen allein beobachtet wurden (OLTEANU-NERBE, 1978; BERENSTEIN und RUSSEL, 1981), konnten in dieser kleinen Serie von Patienten nicht festgestellt werden, obwohl in einem Fall nur Gelitaschwämmchen allein angewandt wurden.

In der Therapie der Carotis-S.cavernosus-Fisteln können gute und dauerhafte Ergebnisse einerseits sowie eine geringe Risikorate andererseits nur dann erzielt werden, wenn präoperativ eine ausführliche und exakte Diagnostik vorgenommen wurde. Dafür steht in erster Linie die Angiographie mit selektiver Darstellung des gesamten Hirnkreislaufes zur Verfügung. Diese Abklärung sollte nicht nur vor, sondern auch nach der Embolisation sowie in Form einer Spätkontrolle nach Ablauf von 3-6 Monaten durchgeführt werden. Nur auf diese Weise können z.B. komplexe ein- oder beidseitige Beteiligungen der A.carotis interna und der A.carotis externa an der Fistelbildung erkannt werden, ungewöhnliche Kollateralverbindungen zwischen dem Carotis- und dem vertebrobasilären Kreislauf nachgewiesen werden und schließlich unerwartete zusätzliche pathologische Veränderungen des Gefäßsystems erkannt werden, die für den weiteren Verlauf der Erkrankung eine entscheidende Rolle spielen können.

Im Hinblick auf die in der Neurochirurgischen Klinik des Klinikums Großhadern gewonnenen Erfahrungen sollte das therapeutische Vorgehen bei Patienten mit A.carotis-S.cavernosus-Fisteln nach dem in der Abbildung 13 aufgestellten Schema erfolgen.

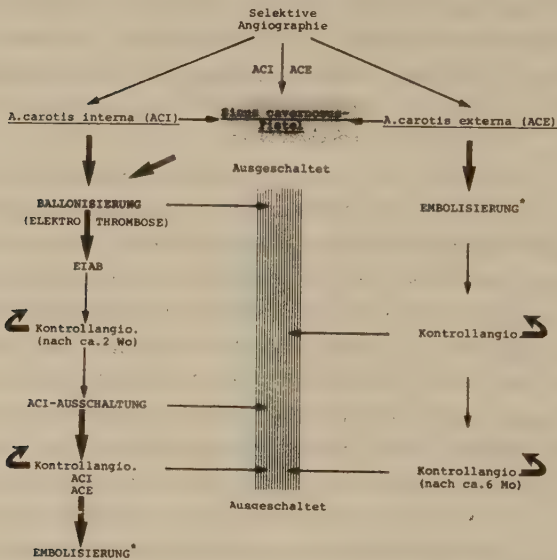


Abb.13: Behandlungsschema von Patienten mit A.carotis-S.cavernosus-Fisteln.

Bei der cerebralen Panarteriographie können sich folgende, ein- oder beidseitige diagnostische Möglichkeiten ergeben:

- eine isolierte A.carotis interna-S.cavernosus-Fistel,
- eine isolierte A.carotis externa-S.cavernosus-Fistel
oder
- eine kombinierte A.carotis interna- und A.carotis externa-S.cavernosus-Fistel.

Aufgrund der klinisch größeren Bedeutung werden bei gemischten Läsionen erstrangig die Shunts mit Beteiligung der A.carotis interna behandelt. Bei großen Fisteln wird zuerst der Versuch einer Ausschaltung mit Hilfe des ablösbaren Ballons unternommen. Nach gelungener Okklusion der Fistel mit Erhaltung der Durchgängigkeit der A.carotis interna wird abschließend eine Kontrollangiographie einschließlich selektiver Darstellung der A.carotis externa und ihrer Äste durchgeführt. Auf diese Weise können arterielle Zuflüsse des A.carotis externa-Systems, die bei der Erstdiagnostik aufgrund des massiven A.carotis interna-S.cavernosus-Shuntes nicht zur Darstellung gekommen waren, nachträglich erkannt werden. Im Falle einer ACI-SC-F mit leichter Shuntwirkung, die erfahrungsgemäß einer kleinen Ruptur des Gefäßes entspricht, wird ebenfalls der Versuch einer Ballonisierung der Fistel unternommen.

Bei negativem Ergebnis kann die Elektrothrombose des S.cavernosus auf offenem oder transophthalmischem Weg in Betracht gezogen werden.

Sollte auch diese Maßnahme mißglücken, bleibt als dritte Möglichkeit die Okklusion der A.carotis interna in Kombination mit dem extra-intracraniellen, arteriellen Bypass

(EIAB).

Um dem Auftreten cerebral-ischämischer Komplikationen vorzubeugen ist es sinnvoll, falls der klinische Zustand des Patienten es ermöglicht (z.B. keine drohende Erblindung), zuerst den Bypass und erst bei angiographischem Nachweis seiner guten Funktion die Ausschaltung der A.carotis interna vorzunehmen.

Die Ausschaltung einer A.carotis externa-S.cavernosus-Fistel sollte in einer zweiten Sitzung vorgenommen werden. Hierbei wird ein Zufluß nach dem anderen superselektiv katheterisiert und anschließend mit einem möglichst nicht resorbierbaren Embolisationsmaterial verschlossen. Nach Ausschaltung der Shunts erfolgt auch hier eine selektive Kontrollangiographie, um das Ergebnis der Embolisation zu beurteilen und eventuelle Zuflüsse über die A.carotis interna auszuschalten.

Bei einer unvollständigen Ausschaltung der Zuflüsse kann die Embolisation in mehrwöchigen Abständen bis zur kompletten Okklusion der Fistel beliebig oft wiederholt werden. Hierbei sollte immer den zahlreichen ipsi- und kontralateralen Kollateralmöglichkeiten Beachtung geschenkt werden.

7. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit werden 8 Fälle mit traumatischen oder spontanen A.carotis-S.cavernosus-Fisteln dargestellt, die in der Neurochirurgischen Klinik des Klinikums Großhadern in München durch verschiedene neue Verfahren behandelt wurden.

Im ersten Teil wird auf die anatomischen Verhältnisse der cavernösen Strecke der A.carotis interna und des Sinus cavernosus, auf die pathophysiologischen Aspekte der Shuntentstehung zwischen diesen beiden Gefäßen und auf die Pathogenese eingegangen.

Die diagnostischen Maßnahmen, wobei insbesondere auf die Bedeutung der cerebralen Panarteriographie für die Klassifizierung der Fisteln hingewiesen wird, werden in einem zweiten Teil abgehandelt. Je nach Beteiligung des A.carotis interna- oder des A.carotis externa-Systems an der Shuntversorgung werden die Fisteln in isolierte A.carotis interna-S.cavernosus-Fisteln, isolierte A.carotis externa-S.cavernosus-Fisteln oder gemischte A.carotis interna- und A.carotis externa-S.cavernosus-Fisteln eingeteilt.

In einem dritten Teil erfolgt ein geschichtlicher Überblick über die verschiedenen Verfahren zur Therapie der A.carotis-S.cavernosus-Fisteln. Neben der heute noch weit verbreiteten "Trapping-Methode" wird u.a. über die Elektrothrombose und über die offene Freilegung der Carotisläsion im S.cavernosus berichtet.

Im Anschluß erfolgt eine Beschreibung von 3 in der Neurochirurgischen Klinik des Klinikums Großhadern ange-

wandten Behandlungsmethoden sowie eine Vorstellung des Patientengutes.

In 4 Fällen mit Fisteln zwischen den verschiedenen Ästen des A.carotis externa-Systems und dem Sinus cavernosus (bei allen 4 Patienten handelte es sich primär um gemischte ACI- und ACE-Fisteln) wurde die Ausschaltung der Zuflüsse auf endovasculärem Weg durch Embolisation mit Gelitaschwämmchen allein oder in Kombination mit Lyodura vorgenommen. In dieser Gruppe von Patienten konnten durch die Embolisation, die ohne Komplikationen verlief, sehr gute Ergebnisse erzielt werden.

Bei weiteren 4 Patienten mit einer A.carotis interna-S.cavernosus-Fistel wurde für die Shuntausschaltung das Verfahren mit dem ablösbaren Ballon angewandt. Dabei konnte die arterio-venöse Fistel in 3 Fällen (75 %) unter Erhaltung der Durchgängigkeit der A.carotis interna ausgeschaltet werden.

In 2 von diesen 8 Fällen wurde der Shunt vor bzw. nach vorausgegangener extra- intrakranieller, arterieller Bypassoperation durch die Trapping-Operation verschlossen.

In der abschließenden Diskussion wird zur Wertigkeit der angewandten Methoden in der Behandlung der verschiedenen A.carotis-S.cavernosus-Fisteln Stellung genommen. Dabei wird die Bedeutung der endovasculären Therapie sowohl der A.carotis externa- als auch der A.carotis interna-Fisteln unterstrichen und der Versuch einer Standardisierung des Therapieverfahrens unternommen.

L I T E R A T U R

- 1 AMBLER MW, MOON AC, STURNER WQ:
Bilateral carotid-cavernous fistulae of mixed types with unusual radiological and neuropathological findings: Case report. J Neurosurg 48: 117-124, 1978
- 2 ARUTIUNOV AJ, SERBINENKO FA, SHLYKOV AA:
Surgical treatment of carotid-cavernous fistulas. Prog Brain Res 30: 441-444, 1968
- 3 BAHULEYAU K, NELSON LR, PECK FC:
Occlusion of carotid-cavernous fistula with a balloon catheter. Surg Neurol 3: 283-287, 1975
- 4 BARKER WF, STERN WE, KRAYENBÜHL H:
Carotid endarterectomy complicated by cavernous fistula. Ann Surg 167: 568-572, 1968
- 5 BARNES BD, ROSENBLUM ML, PITTS LH:
Carotic-cavernous fistula: Demonstration of asymptomatic vascular "steal". J Neurosurg 49: 49-55, 1978
- 6 BARROW DL, FLESICHER AS, HOFFMAN JC:
Complication of detachable balloon catheter technique in the treatment of traumatic intracranial arteriovenous fistulas. J Neurosurg 56: 396-403, 1982
- 7 BEDFORD MA:
The "cavernous" sinus. Brit J Ophthalmol 50: 41-46, 1966
- 8 BESSON G:
Les fistules carotido-caverneuses. Inaugural-dissertation, Universität Rennes, 1972
- 9 BENNET DR, VAN DYK JL, DAVIS DO:
Carotid cavernous sinus fistula closure following angiography. JAMA 224: 1637-1639, 1973
- 10 BENTSON JR, RAND R, CALCATERRA T, LASJAUNIAS P:
Unexpected complications following therapeutic embolization. Neuroradiology 16: 420-423, 1978
- 11 BERENSTEIN A, RUSSELL E:
Gelatin sponge in therapeutic neuroradiology: A subject review. Radiology 141: 105-112, 1981
- 12 BERNASCONI V, CASSINARI V:
Caratteristiche angiografiche dei meningiomi del tentorio. Radiol Med 43: 1015-1026, 1957

- 13 BERNINI FB, CIOFFI FA, MURAS I:
Arteriovenous shunts between dural branches
of the carotid artery and the cavernous sinus
Surgical Neurology 18: 102-107, 1982
- 14 BLACK P, UEMATSU S, PERVIC M, WALKER AE:
Carotid-cavernous sinus fistula: a controlled
embolus technique for occlusion of fistula
with preservation of carotid blood flow.
J Neurosurg 38: 113-118, 1973
- 15 BRIZZI RE:
Experience with artificial embolization of
cerebral arterio-venous malformations. Third
Europ Congr of Neurosurg, Madrid. Excerpta 120:
1967
- 16 BROOKS B:
The treatment of traumatic arteriovenous fis-
tula. Southern Med J 23: 100-106, 1930
- 17 BROWDER J:
Treatment of carotid artery-cavernous sinus
fistula: Report of a case. Arch Ophthal
(Chicago) 18: 95-102, 1937
- 18 BRUCE MF, FIELDS WS, CRAWFORD ES:
Cerebral hemorrhages as a complication of
surgery in carotid artery occlusion. Trans
Am Neurol Assoc 88: 52-59, 1963
- 19 CALCATERRA TC, RAND RW, BENTSON JR:
Ischemic paralysis of the facial nerve:
A possible etiologic factor in Bell's palsy.
Laryngoscope 86: 92-97, 1976
- 20 CARES HL, ROBERTSON GM, GRAND W:
A safe technique for the precise localization
of carotid-cavernous fistula during balloon
obliteration (technical note). J Neurosurg 49:
146-149, 1978
- 21 CASTAIGNE P, LAPLANE D, DJINDJIAN R, BORIES J,
AUGUSTIN P:
Communication arterio-veineuse spontanée entre
la carotide externe et le sinus caverneux.
Rev Neurol 114: 5-14, 1966
- 22 CHALIF DJ, FLAMM ES, BERENSTEIN A, CHOI IS:
Microsurgical removal of a balloon embolus to
the internal carotid artery. Case report.
J Neurosurg 58: 112-117, 1983
- 23 CLEMENS F, LODIN H:
Non-traumatic external carotid-cavernous sinus
fistula. Chir Radiol 19: 201-203, 1968

- 24 CONLEY FR, HAMILTON RD, HOSOBUCHI Y:
Sucessful surgical treatment of bilateral
carotid-cavernous fistulae: Case report.
J Neurosurg 43: 357-361, 1975
- 25 CROWELL RM:
Electromagnetic flow studies of superfi-
cial temporal to middle cerebral branch
artery bypass graft. In: AUSTIN GM (Hrsg):
Microsurgical anastomosis for cerebral ische-
mia. Thomas, Springfield III, pp 116-124,
1976
- 26 DANDY WE, FOLLIS RH:
On the pathology of the carotid-cavernous
aneurysms (pulsating exophthalmos). Am J
Ophthalmol 24: 365-385, 1941
- 27 DANDY WE:
Results following ligation of the internal
carotid artery. Arch Surg 45: 521-533, 1942
- 28 DAY AL, RHOTON AL Jr:
Aneurysmas and arteriovenous fistulae of the
intracavernous carotid artery and its branches.
In: YOUMANS JR (Hrsg): Neurological Surgery.
Saunders Comp. Philadelphia London Toronto,
pp 1764-1785, 1982
- 29 DEBRUN GM, LACOUR P, CARON JP, HURTH M, COMOY Y,
KERAVEL Y:
Inflatable and released balloon technique ex-
perimentation in dog - application in man.
Neuroradiol 9: 267-271, 1975
- 30 DEBRUN GM, LACOUR D, CARON JP, HURTH M, COMOY Y,
KERAVEL Y:
Detachable balloon and calibrated-leak tech-
niques in the treatment of cerebral vascular
lesions. J Neurosurg 49: 635-649, 1978
- 31 DEBRUN GM, LACOUR P, VINUELA F:
Treatment of 54 traumatic carotid-cavernous
fistulas. J Neurosurg 55: 678-692, 1981
- 32 DJINDJIAN R:
Application a l'angiographie cérébrale de la
méthode de soustraction de Ziedses des Plantes.
Concours Med: 2838-2845, 1962
- 33 DJINDJIAN R, COPHIGNON J, COMOY Y:
Polymorphisme neuroradiologique des fistules
carotido-caverneuses. Neurochirurgie 14:
881-890, 1968

- 34 DJINDJIAN R, COPHIGNON J, CONTAMIN F:
Fistule entre la carotide externe et le sinus
caverneux. Vie Méd 35: 4383-4388, 1969
- 35 DJINDJIAN R, HOUDART R, COPHIGNON J, HURTH M,
COMOY J:
Premiers essais d'embolisations par voi fé-
morale de fragments de muscle dans un cas
d'angiome alimenté par la carotide externe.
Rev Neurol 125: 119-130, 1971
- 36 DJINDJIAN R, COPHIGNON J, THERON J:
Embolization by superselective arteriography
from the femoral route in neuroradiology.
Review of 60 cases. 1. Technique, indica-
tions, complications. Neuroradiology 6:
20-26, 1973
- 37 DJINDJIAN R; PICARD L, MANELFE C:
Fistules artério-veineuses carotide interne-
sinus caverneux. Aspects radio-anatomiques
actuels et perspectives thérapeutiques.
Neurochirurgie 19: 75-90, 1973
- 38 DJINDJIAN R, MANELFE C, PICARD L:
Fistules artério-veineuses carotide externe-
sinus caverneux. Etude angiographique à pro-
pos de 6 observations et revue de la litté-
rature. Neurochirurgie 19: 91-110, 1973
- 39 DJINDJIAN R, MERLAND JJ, RE A, THUREL J,
HOUDART R:
Artériographie supersélective de la carotide
externe. Inert de cette nouvelle technique
dans le diagnostic neurologique et dans les
embolisations. Neurochirurgie 19:
165-171, 1973
- 40 DJINDJIAN R, MERLAND JJ:
Supersélective arteriography of the exter-
nal carotid artery. Springer Verlag, Berlin
Heidelberg New York, 1978
- 41 DOHN DF:
Carotid aneurysms and arteriovenous fistulae
of the cavernous sinus.
In: YOUMANS JR (Hrsg): Neurological surgery.
Saunders, Philadelphia London Toronto,
807-826, 1973
- 42 DONAGHY RMS, YASARGIL MG:
Microvascular surgery, Mosby, Saint Louis, 1967

- 43 EDWARDS MS, CONNOLLY ES:
Cavernous sinus syndrome produced by communication between the external carotid artery and cavernous sinus. J Neurosurg 46: 92-96, 1977
- 44 ENOMOTO T, SATO A, MAKI Y:
Carotid-cavernous sinus fistula caused by rupture of a primitive trigeminal artery aneurysm. Case report. J Neurosurg 46: 373-376, 1977
- 45 FEIN JM, MOLINARI G:
Experimental augmentation of cerebral blood flow by micro-vascular anastomosis. J Neurosurg 41: 421-426, 1974
- 46 FIERSTEIN SB, DE FEO D, NUTKIEWICZ A:
Complete obliteration of a carotid-cavernous fistula with sparing of the carotid blood flow using a detachable balloon catheter. Surg Neurol 9: 277-280, 1978
- 47 FLEISCHER AS, BERG DJ:
Balloon occlusion and embolization of an internal and external carotid-cavernous fistula. Surg Neurol 7: 145-148, 1977
- 48 GELBER BR, SUNDT TM JR:
Treatment of intracavernous and giant carotid aneurysms by combined internal carotid ligation and extra-intracranial bypass. J Neurosurg 52: 1-10, 1980
- 49 GERLACH J; JENSEN HP, SPULER H:
Traumatic carotico-cavernous fistula combined with persisting primitive hypoglossal artery. J Neurosurg 20: 885-887, 1963
- 50 GERMAN WJ, BLACK SPW:
Cervical ligation for internal carotid aneurysms. An extended follow-up. J Neurosurg 23: 572-577, 1965
- 51 GINDI SE, ANDREW J:
Successful closure of carotid cavernous fistula by the use of acrylic: case report. J Neurosurg 27: 153-156, 1967
- 52 GRAF EJ:
Spontaneous carotid-cavernous fistula: Ehlers-Danlos syndrome and related conditions. Arch Neurol (Chicago) 13: 622-672, 1965

- 53 GRATZL O, SCHMIEDEK P, SPETZLER R:
Extracranial-intracranial arterial bypass for cerebral ischemia. Prog Neurol Surg 9: 1-29
1978
- 54 GRILLO BA, FUSTER B, DE TENYL A, VANDRELL R,
PURRIEL J:
Embolizacion con tejido adiposo. Neuroradiol
16: 399-401, 1978
- 55 GRUNERT V:
Die Karotis-Kavernosusfistel und ihre chirurgische Behandlung. Wochenschr Med 1: 2-11,
1971
- 56 GUEGAN Y, JAVALET A, EON JY, VALLEE B, PECKER J:
Extra-intracranial anastomosis preliminary to treatment of carotid artery-cavernous sinus fistula. Surg Neurol 10: 85-88, 1978
- 57 GURDJIAN ES, LINDNER DW, THOMAS LM:
Experience with ligation of common carotid artery for treatment of aneurysms of the internal carotid artery with particular reference to complications. J Neurosurg 23:
311-318, 1965
- 58 HAMBY WB, GARDNER WJ:
Treatment of pulsating exophthalmos with report of 2 cases. Arch Surg (Chicago) 27: 676-685,
1933
- 59 HAMBY WB:
Carotid-cavernous fistula: Report of 32 surgically treated cases and suggestions for definitive operation. J Neurosurg 21: 859-866,
1964
- 60 HAMBY WB:
Carotid cavernous fistulae. Charles Thomas, Springfield Ill, pp 103-105, 1966
- 61 HANDA J, HANDA H:
Severe epistaxis caused by traumatic aneurysm of cavernous carotid artery. Surg Neurol 5:
241-243, 1976
- 62 HANDA J, NAKASU S, MATSUDA I:
Facial nerve palsy following therapeutic embolization. Surg Neurol 14: 377-380, 1980
- 63 HANDA H, MORITAKE K, NAGATA Y, YONEKAWA Y,
MATSUDA I:
Intraoperative hemodynamic study by doppler ultrasonic flowmeter in the extracranial-intracranial cerebral ischemia. In: PEERLESS SJ, Mc MORMICK CW (Hrsg): Microsurgery for cerebral ischemia. Springer Verlag, New York Heidelberg Berlin, pp 99-105, 1980

- 64 HARDY RW, COSTIN JA, WEINSTEIN M:
External carotid cavernous fistula treated
by transfemoral embolization. Surg Neurol 9:
255-256, 1978
- 65 HARRIS FK, RHOTON AL Jr:
Anatomy of the cavernous sinus. A microsurgical study. J Neurosurg 45: 169-180, 1976
- 66 HAYES GJ:
External carotid-cavernous sinus fistulas.
J Neurosurg 20: 692-700, 1963
- 67 HOSOBUCHI Y:
Electrothrombosis of carotid-cavernous fistula. J Neurosurgery 42: 76-85, 1975
- 68 ISAMAT F, SALLERAS V, MIRANDA M:
Artificial embolization of carotid cavernous fistula with postoperative patency of internal carotid artery. J Neurol Psychiatr 33: 674-678, 1970
- 69 ISHIKAWA M, HANDA H, TAKI W, YONEDA S:
Management of spontaneous carotid-cavernous fistulae. Surg Neurol 18: 131-139, 1982
- 70 ISHIMORI S, HATTORI M, SUBATA Y, SHIZAWA H, FUJINAGA R:
Treatment of carotid cavernous fistula by gelfoam embolization. J Neurosurg 27: 315-319, 1967
- 71 JAEGER R:
Intracranial aneurysms. South Surg 15: 205-217, 1949
- 72 JENNETT B, MILLER JD; HARPER AM:
Effects of carotid artery surgery on cerebral blood flow, clinical and experimental studies. Excerpta Medica, Amsterdam London New York, 1976
- 73 KAK VK, TAYLOR AR, GORDON DS:
Proximal carotid ligation for internal carotid aneurysms. A long-term follow-up study. J Neurosurg 39: 503-513, 1973
- 74 KAPLAN HA, BROWDER J, KRIEGER AJ:
Intracavernous connections of the cavernous sinuses: The superior and inferior circular sinuses. J Neurosurg 45: 166-168, 1976
- 75 KAUFMANN MH, LIND TA, MULLAN S:
Spontaneous carotid-cavernous fistula with fibromuscular dysplasia. Acta Neurochir 40: 123-129, 1978

- 76 KORSARY IZ, LERNER NA, MOZES M, LAZAR M:
Artificial embolic occlusion of the terminal
internal carotid artery in the treatment of
carotid cavernous fistula. J Neurosurg 28:
605-608, 1968
- 77 KRAYENBÜHL HA:
Unilateral exophthalmos. Clin Neurosurg 14:
45-70, 1967
- 78 KRAYENBÜHL HA:
Treatment of carotid-cavernous fistula con-
sisting of one-stage operation by muscle em-
bolization of the fistulous carotid segment.
In: DONAGHY RMP, YASARGIL MG (Hrsg): Micro-
vascular Surgery. Thieme, Stuttgart, pp.151-
167, 1967
- 79 LAITINEN L, SERVO A:
Embolization of cerebral vessels with infla-
table and detachable balloons. J Neurosurg 48:
307-308, 1978
- 80 LAND ER, BUCY PC:
Treatment of carotid-cavernous fistula by
muscle embolization alone. J Neurosurg 22:
387-393, 1965
- 81 LANGFORD KH, VITEK JJ, ZEIGER E:
Migration of detachable mini-balloon from the
ICA causing occlusion of the MCA. Case re-
port. J Neurosurg 58: 430-435, 1983
- 82 LASJAUNIAS P, DOYON D:
L'artère pahyngienne ascendante dans la vas-
cularisation des dernières paires cranniennes
(IX, X, XI, XII). J Neuroradiol 5: 287-295,
1978
- 83 LEE SH; BURTON CV, CHAN GH:
Posttraumatic ophthalmic vein arterialization.
Surg Neurol 4: 483-484, 1974
- 84 LEPOIRE J, PICARD L, MONTAUT J, HEPNER H,
ROLAN DJ, GUJONNAUD JC, JACOB F, ANDRE JM:
Traitement des fistules carotide caverneuses
par occlusion endoarterielle à l'aide d'une
sonde a ballonnet. Neurochirurgie 20: 333-343,
1974
- 85 LIE TA:
Congenital anomalies of the carotid arteries
including the carotid-basilar and carotid-verte-
bral anastomoses; an angiographic study and
review of the literature. Excerpta Medica,
Amsterdam, 1968

- 86 LISTER JR, SYPERT GW:
Traumatic aneurysm and carotid-cavernous fistula:
A complication of sphenoidotomy. J Neurosurg 5:
473-475, 1979
- 87 LOBATO RD, ESCUDERO L, LAMAS E:
Bilateral dural arteriovenous fistula in the
region of the cavernous sinus. Neuroradiol 15:
39-43, 1978
- 88 LOVE JG, DART LH:
Results of carotid ligation with particular
reference to intracranial aneurysms. J Neuro-
surg 89-93, 1969
- 89 LOUGHEED WM, MARSHALL BM, HUNTER M:
Common carotid to intracranial internal caro-
tid bypass venous graft: technical note.
J Neurosurg 34: 114-118, 1971
- 90 MAHALLEY MS, BOONE SC:
External carotid-cavernous fistula treated by
arterial embolization. J Neurosurg 40: 110-
114, 1974
- 91 MARCHAM JW:
Carotid-cavernous fistula treated by intra-
vascular occlusion with a balloon catheter:
Report of two cases. J Neurosurg 40: 535-538,
1974
- 92 MATAS R:
Testing the efficiency of collateral circula-
tion as a preliminary to the occlusion of great
surgical arteries. JAMA 63: 1441-1914, 1914
- 93 MC CONNELL EM:
The arterial blood supply of the human hypo-
physis cerebri. Anat Rec 115: 175-203, 1953
- 94 MC CORMICK WF, KELLY PY, SARWAR M:
Fatal paradoxical muscle embolization in trau-
matic carotid-cavernous fistula repair.
J Neurosurg 44: 513-516, 1976
- 95 MEINIG G, GÜNTHER R, ULRICH P, SÜSS W, SOMMER G,
LUDWIG B, SCHÜRMANN K:
Reduced risk of ICA ligation after balloon
occlusion test. Neurosurg Rev 5: 95-99, 1982
- 96 MINGRINO S, MORO F:
Fistula between the external carotid artery and
cavernous sinus. Case report. J Neurosurg 27:
157-160, 1967

- 97 MOTARJEME A, KEIFER JW:
Carotid-cavernous sinus fistula as a complication of carotid-endarterectomy: a case report. *Radiology* 108: 83-84, 1973
- 98 MULLAN S:
Experiences with surgical thrombosis of intracranial berry aneurysms and carotid cavernous fistulas. *J Neurosurg* 41: 657-670, 1974
- 99 MULLAN S:
Treatment of carotid-cavernous fistulas by cavernous sinus occlusion. *J Neurosurg* 50: 131-144, 1979
- 100 NEWTON TH, HOYT WF:
Dural arterio-venous shunts in the region of the cavernous sinus. *Neuroradiology* 1: 71-81, 1970
- 101 NISHIOKA H:
Results of the treatment of intracranial aneurysms by occlusion of the carotid artery in the neck. *J Neurosurg* 25: 660-682, 1966
- 102 NORNES H:
Hemodynamic aspects in the management of carotid-cavernous fistula. *J Neurosurg* 37: 687-694, 1972
- 103 OBRADOR S, GOMEZ-BUENO J, SILVELA J:
Spontaneous carotid-cavernous fistula produced by ruptured aneurysm of the meningo-hypophyseal branch of the internal carotid artery: case report. *J Neurosurg* 40: 539-543, 1974
- 104 UDOM-GL:
Ophthalmic involvement in neurological vascular lesions. In: SMITH JL (Hrsg): *Neuro-Ophthalmology*, Thomas, Springfield 111, pp 1-96, 1964
- 105 OHTA T, NISHIMURA S, KIKUCHI H, TOYAMA M:
Closure of carotid fistula with polyurethane foam embolus. *J Neurosurg* 38: 107-113, 1973
- 106 OLDERSHAW JB, VORIS HC:
Internal carotid artery ligation. A follow-up study. *Neurol Minneap.* 16: 937-938, 1966

- 107 OLIVECRONA H:
Ligature of the carotid artery in intracranial aneurysms.
Acta chir Scand 91: 353-368, 1944
- 108 OLTEANU-NERBE V, INGRISCH H, MARGUTH F, STEINHOFF H:
Therapeutic embolisation on the external carotid artery. In: FROWEIN RA Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, 354-359, 1978
- 109 OLTEANU-NERBE V, SCHMIEDEK P, ADORNO JO, MARGUTH F:
Treatment of infraclinoidal carotid aneurysms by combined internal carotid artery occlusion and extra-intracranial arterial bypass.
Presented at: 5th Int. Symp. of microvas anastomosis for cerebral ischemia, Vienna, 1980 (im Druck)
- 110 OLTEANU-NERBE V:
Therapeutische Embolisation im A. carotis externa-Bereich. Münch med Wschr 123: 565-567, 1981
- 111 OLTEANU-NERBE V:
Extracranial-intracranial bypass operation in basal tumors. Neurosurg Review 5: 99-107, 1982
- 112 PARKINSON D:
A surgical approach to the cavernous portion of the carotid artery: anatomical studies and case report. J Neurosurg 23: 474-483, 1965
- 113 PARKINSON D, DOWNS AR, WHYTETREAD LL:
Carotid-cavernous fistula: a direct repair with preservation of carotid. Surgery 76: 882-889, 1974
- 114 PARKINSON D:
Carotid-cavernous fistula: direct approach and repair of fistula and preservation of the artery. In: MORLELEY TP (Hrsg): Current controversies in Neurosurgery. WB Saunders & Co, Philadelphia, 1976
- 115 PARSON THC, GULLER EJ, WOLF HG:
Cerebral angiography in carotid-cavernous communications. Neurology (Minneapolis) 4: 65-68, 1954
- 116 PEETERS FLM, KRÜGER R:
Dural and direct cavernous sinus fistulas. Am J Radiol 132: 599-606, 1979
- 117 PETERSON EW, VALBERG J, WHITTINGHAM DS:
Electrically induced thrombosis of the cavernous sinus in the treatment of carotid cavernous fistula. Excerpta Med 193: 1969

- 118 PICARD L, LEPOIRE J, MONTAUT J:
Endarterial occlusion of carotid-cavernous sinus
fistulae using a balloon tipped catheter.
Neuroradiology 8: 5-10, 1974
- 119 POOL JL, POTTS DG:
Aneurysms and arteriovenous anomalies of the
Brain. Hoeber New York Evenston London, 1965
- 120 POTTER JM:
Carotid-cavernous fistula. Five cases with
"spontaneous" recovery. Br Med J 11: 786-788,
1954
- 121 PROLO DJ, HANBERY JW:
Intraluminal occlusion of a carotid-cavernous
sinus fistula with a balloon catheter. Tech-
nical note. J Neurosurg 35: 237-242, 1971
- 122 PROLO DJ, BURREN KP, HANBERY JW:
Balloon occlusion of carotid-cavernous fistula:
introduction of a new catheter. Surg Neurol 7:
209-214, 1977
- 123 PUGATCH RD, WOLPERT SM:
Transfemoral embolization of an external caro-
tid-cavernous report. J Neurosurg 2: 94-97,
1975
- 124 REICHMANN OH:
Estimation of flow through STA bypass grafts.
In: FEIN JM, REICHMANN OH (Hrsg): Microvascular
anastomoses for cerebral ischemia.
Springer Verlag, New York Heidelberg Berlin,
pp 222-241, 1978
- 125 RENN WH, RHOTON AL.
Microvascular anatomy of the sellar region.
J Neurosurg 43: 283-298, 1975
- 126 REY A, COPHIGNON J, THUREL C, THIEBAUT JB:
Treatment of traumatic cavernous fistulas.
In:
Advances and technical standards in neurosurgery.
Springer Verlag, Wien New York 2: pp 87-109,
1975
- 127 ROOSEN K, GROTE W:
Diagnosis and treatment of bilateral traumatic
carotid-cavernous sinus fistulae. Neurochir 18:
175-189, 1975
- 128 ROSENBAUM AE, SCHECHTER MM:
External carotid-cavernous fistulae. Acta Ra-
diol 9: 440-444, 1969

- 129 ROSKI RA, SPETZLER RF, NULSEN FE:
Late complications of carotid ligation in
the treatment of intracranial aneurysms.
J Neurosurg 54: 583-587, 1981
- 130 ROUGIERIE J, GUILMET B, BAMBERGER C, BOZO C:
Anévrisme carotido-caverneux. A propos d'une
orientation thérapeutique nouvelle. Neuro-
Chirurgie 19: 649-654, 1973
- 131 SANDERS MD, HOYT WF:
Hypoxic ocular sequelae of carotid-caver-
nous fistula. Study of the cases of visual
failure before and after neurosurgical treat-
ment in a series of 25 cases.
Br J Ophthalmol 53: 82-97, 1969
- 132 SEEGER JF, GABBRIELSEN TO, GIANNOTTA SL,
LOTZ PR:
Carotid-cavernous sinus fistulas and venous
thrombosis. J Neurosurg 1: 141-148, 1980
- 133 SERBINENKO FA:
Catheterization and occlusion of
major cerebral vessels. J Neurosurg 41:
125-145, 1974
- 134 SERBINENKO FA:
Balloon catheterization and occlusion of major
cerebral vessels. J Neurosurg 41: 125-145,
1974
- 135 SHEN A, LY Y:
Superficial temporal-middle cerebral artery
anastomoses in the treatment of a carotid-
cavernous fistula. Case report. J Neurosurg
49: 760-763, 1978
- 136 SPEAKMAN TJ:
Internal occlusion of a carotid-cavernous
fistula. J Neurosurg 21: 303-305, 1964
- 137 SPENCER WH, THOMPSON HS, HOYT WF:
Ischemic ocular necrosis from carotid caver-
nous fistula. Pathology of stagnant Anoxic
"inflammation" in orbital and ocular tissues.
Br J Ophthalmol 57: 145-152, 1973
- 138 SCHAPS P, MIKULIN HD:
Reconstruction of wrongly occluded important
cerebral vessels during complicated emboliza-
tion treatment of inoperable AV-malformations.
Neurosurg Rev 6: 29-30, 1983

- 139 SCHLENZIGER NS, SCHATZ NJ:
External carotid-cavernous fistula. Trans Am Neurol 98: 159-160, 1973
- 140 SCHOOLMAN A, KEPES JJ:
Bilateral spontaneous carotid-cavernous fistulae in Ehlers-Danlos Syndrome. J Neurosurg 26: 82-86, 1967
- 141 STERN WE, BROWN WJ, ALSKNE JF:
The surgical challenge of carotid-cavernous fistula: the critical role of intracranial circulatory dynamics. J Neurosurg 27: 298-308, 1967
- 142 TANIGUCHI RM, GOREE JA, ODOM GL:
Spontaneous carotid cavernous shunts presenting diagnostic problems. J Neurosurg 35: 384-351, 1971
- 143 TEW JM:
Reconstructive intracranial vascular surgery for prevention of stroke. Clin Neurosurg 22: 264-280, 1975
- 144 THERON J, CLAY D, DJINDJIAN P:
Etude angiographique et embolisation d'une fistule artério-veineuse dureale paracaverneuse d'une type anatomique particulier. Ann Radiol 18: 739-746, 1975
- 145 TINDALL GT, ODOM GL:
Treatment of intracranial aneurysms by proximal carotid ligation. In: Progress in neurological surgery, Vol. 3, Karger Year Book, Basel Chicago, pp 66-114, 1969
- 146 VINUELA FV, DEBRUN GM, FOX AJ, KAN S:
Detachable calibrated-leak balloon for superselective angiography and embolization of dural arteriovenous malformations. J Neurosurg 58: 817-823, 1983
- 147 VOIGT K, SAUER M, DICHGANS J:
Spontaneous occlusion of a bilateral carotico-cavernous fistula studied by serial angiography. Neuroradiol 2: 207-211, 1971
- 148 WANISSORN R:
Mechanism of experimental muscle embolization of the carotid cavernous fistula and the fate of emboli. J Neurosurg 32: 344-348, 1970
- 149 WEPSIC JG, PRUETT RC, TARLOV E:
Carotid-cavernous fistula due to extra-dural subtemporal retrogasserian rhizotomy: case report. J. Neurosurg 37: 498-500, 1972

- 150 WERNER SC, BLAKEMORE AH, KING BG:
Aneurysm of the internal carotid artery within
the skull. JAMA 116: 578-582, 1941
- 151 YASARGIL MG, YONEKAWA Y:
Results in microsurgical extra-intracranial
arterial bypass in the treatment of cerebral
ischemia. Neurosurg 1: 22-24, 1977
- 152 ZANDER C:
Das doppelseitige posttraumatische Cavernous-
aneurysma. Zbl Chir 84: 560-561, 1959
- 153 ZANETTI PH, SUSAN AF, SHEPTAK RE:
Experimental evaluation of a tissue adhesive
as an embolic agent for the treatment of an-
eurysms and arteriovenous anomalies.
Meeting of the american association of neuro-
logical surgeons, Washington DC, 1970
- 154 ZIMMERMANN R, LEEDS E, NAIDICH TP:
Carotid-cavernous fistula associated with in-
tracranial fibromuscular dysplasia. Neuro-
radiology 122: 725-726, 1977.

Herrn Prof. Dr.med. Frank Marguth, dessen Klinik ich vom 2. Mai 1973 bis 15. Juni 1974 angehörte, danke ich für die Überlassung des Themas.

Bei Herrn Prof. Dr.med. J. Lissner, Direktor der Radiologischen Klinik der Universität München, möchte ich mich für die Überlassung der Röntgenbilder bedanken.

Schließlich gilt mein Dank meinem Mann für seine Unterstützung und wohlwollende Kritik.

Für die Fertigstellung des Manuskripts danke ich Frau Schröck.

Lebenslauf

geboren: 4.4.1943 in Geesow, Bezirk Frankfurt/Oder
Eltern: Margarete Nerbe, geb. Blank
Walter Nerbe, verst. 30.7.1957
verheiratet seit 12.1.1967 mit
Dr. Vladimir OLTEANU-NERBE, Assistenzarzt
an der Neurochirurgischen Klinik des Kli-
nikums Großhadern, München
am 16.5.1969 Geburt der Tochter Maren
am 1.2.1971 Geburt der Tochter Joana

Ausbildung:

1961 Abitur in Angermünde
1961 - 1962 Praktisches Jahr in der Charité Berlin
1962 - 1964 Medizinstudium in Bukarest (Physikum)
1964 - 1968 Medizinstudium an der Humboldt-Universität
Berlin
18.12.1968 Approbation als Arzt
Dez. 1968 - Mai 1969 Assistenzärztin an der Bezirksnervenklinik
Schwerin
12.Mai 1969 Flucht in die BDR
1.2.1972 - 30.6. 1972 Medizinalassistentin an der Chirurgischen
Universitätsklinik München
1.8.1972 - 31.3. 1973 Medizinalassistentin an der 1. Medizini-
schen Klinik des Klinikums Rechts der Isar,
München
9.2. 1973 Approbation als Arzt
2.5. 1973 - 15.6.1974 Assistenzärztin an der Neurochirurgischen
Universitätsklinik München
1.3. 1975 - 30.4.1980 Assistenzärztin an der Psychiatrischen Uni-
versitätsklinik München
Seit Januar 1981 Assistenzärztin an der Neurologischen Ab-
teilung des Städtischen Krankenhauses Mün-
chen-Harlaching

